This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

UC-NRLF
$B 31 913

YC 18295

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Received August 1882
Accessions No. 21094 Shelf No.

Gährungs-Chemie

für

Praktiker.

Von

Dr. Josef Bersch.

Vierter Theil.

Die Spiritusfabrikation und Preßhefebereitung.

Mit 127 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagshandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen.
1881.
(Wiegandt, Hempel & Parey.)

Die

Spiritusfabrikation

und

Preßhefebereitung.

UNIVERSITY

Dr. Josef Bersch.

Mit 127 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagshandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen
1881.
(Wiegandt, Hempel & Parey.)

TP505
E5
v.4

21494

REESE LIBRARY
UNIVERSITY
CALIFORNIA.

Vorwort.

Die große Bedeutung, welche der Spiritusfabrikation als einem Gewerbe zukommt, welches wie kaum ein zweites fördernd auf die Landwirthschaft einwirkt, ja, sogar in manchen Gegenden mit armem Boden das einzige Mittel ist, durch das der Betrieb der Landwirthschaft zu einer einträglichen Thätigkeit wird, hat Veranlassung zur Entstehung einer ziemlich umfangreichen Fachliteratur gegeben. Die Mehrzahl der bis nun über diesen Gegenstand erschienenen Werke beschäftigte sich nur mit der Beschreibung der Verfahren, nach welchen in älterer Zeit Spiritus dargestellt wurde, ohne der Schilderung der chemischen Vorgänge, welche bei der Umwandlung von Stärkmehl in Zucker und Zucker in Alkohol stattfinden müssen, eingehendere Beachtung zu widmen. — Wie auf dem Gebiete der gährungs-technischen Gewerbe überhaupt, sind auch auf jenem der Spiritusfabrikation in neuerer Zeit vielfache Fortschritte gemacht worden und zwar sind dieselben so bedeutende gewesen, daß die Praxis der Spiritusfabrikation seit etwa zehn Jahre eine tiefgreifende Aenderung erlitten hat. Die Hauptursache dieses Umschwunges lag vor allem anderen in der Einführung des Dämpfens unter erhöhtem Drucke und der hierdurch bedingten Aenderung fast sämmtlicher in der Praxis angewendeten Apparate und Verfahren, sowie in den Verbesserungen, welche an den Destillir- und Rectificirapparaten vorgenommen wurden und ist zu diesen Factoren in neuester Zeit noch ein weiterer gekommen, welcher Aenderungen in der Bereitung der Maische und der Leitung der Gährung nach sich zog, die den Fortschritten zu danken sind, welche man in der Erkenntniß der chemischen Vorgänge in der Zuckerbildung und Gährung gemacht hat.

Um namentlich die chemische Seite der Praxis der Spiritusfabrikation, von deren richtiger Durchführung in erster Linie die Höhe der erzielten Ausbeuten abhängig ist, dem Leser als ein zusammenhängendes Ganzes vorzuführen, hielt ich es für angezeigt, die Darstellung der theoretischen Verhältnisse der Beschreibung der Verfahren, nach welchen aus verschiedenen Rohmaterialien Spiritus gewonnen werden kann, vorausgehen zu lassen

und ist in der Beschreibung dieser Verfahren stets auch auf die Forderungen der Theorie hingewiesen.

Die Fabrikation von Preßhefe, welche bekanntlich ein sehr wichtiges Nebengewerbe der Spiritusfabrikation bildet, wurde bis nun in der Fachliteratur nur in sehr unzulänglicher Weise behandelt — die betreffenden Schriften enthielten kaum mehr als eine Anzahl von Recepten zur Darstellung von Maischen, welche angeblich ein sehr reiches Erträgniß an Hefe geben und einige Andeutungen über das Abnehmen und Waschen der Hefe — der wichtigste Theil der Lehre von der Hefefabrikation: die Ernährungsverhältnisse der Hefepflanze wird in der Mehrzahl dieser Schriften mit keinem Worte berührt.

Um diesem Mangel abzuhelfen, habe ich in dem vorliegenden Bande den Versuch gemacht, die physiologischen Verhältnisse der Hefepflanze, so weit dieselben speciell für die Preßhefefabrikanten in Betracht kommen, kurz zu beschreiben — ausführlicheres hierüber ist im ersten Bande dieses Werkes enthalten. Die großen Fortschritte, welche man in der Kenntniß der Lebensbedingungen der Fermentorganismen im Laufe der letzten Jahre gemacht hat, mußten nothwendiger Weise auch Fortschritte in der Praxis der Hefefabrikation nach sich ziehen und beziehen sich dieselben besonders auf die Anwendung geringwerthiger Materialien zur Darstellung von Hefenährmitteln und Verbesserungen in den Methoden der Hefeproduction selbst; der Vollständigkeit wegen wurden auch alle in unserer Zeit bekannt gewordenen Verfahren zur Darstellung von Hefe in dieses Werk aufgenommen, obwohl manche dieser Verfahren noch sehr der Verbesserung bedürfen, um praktisch anwendbar zu sein.

Das Princip, von welchem ich mich bei der Bearbeitung des vorliegenden vierten Bandes der „Gährungs-Chemie für Praktiker" leiten ließ, war dasselbe, welches ich auch den früher erschienenen Bänden zu Grunde legte: den betreffenden Zweig der Gährungs-Chemie in solcher Weise zu schildern, daß der Leser ein Bild des neuesten Standes der Theorie und Praxis gewinnt und hierdurch in der Lage ist, Verbesserungen in seinem Betrieb einzuführen und sich ein selbstständiges Urtheil über den Werth neuer Erscheinungen auf dem Gebiete der Fabrikationsmethoden und der hierbei in Verwendung kommenden Apparate zu bilden.

Wien, im Juli 1881.

Dr. Josef Bersch.

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Inhalt.

Erster Theil.

Die Fabrikation von Spiritus.

Seite

Einleitung 3

I. Abschnitt.

I. **Die Rohmaterialien in der Spiritusfabrikation** 10

Die stärkemehlhaltigen Rohmaterialien 10

Die Kartoffel 11
Der anatomische Bau der Kartoffeln 13
Die chemischen Bestandtheile der Kartoffeln 15
Percentische Zusammensetzung der Kartoffeln 16
Die Veränderung der Kartoffeln beim Aufbewahren 18
Die Getreidearten 22
Der Buchweizen 25
Die Roßkastanien 25
Die Flechten 25

Die zuckerhaltigen Rohmaterialien 26

Die Zuckerrüben 27
Die Melasse 27
Die Topinambur 29
Die Riesenmöhren 30
Andere zuckerhaltige Materialien 30

Die alkoholhaltigen Rohmaterialien 31

Die Weinhefe 31
Der Wein 31

Seite

Anhang: Das Holz als Rohmaterial in der Spiritusfabrikation . . 32
Das ölbildende Gas 33

II. **Die Hülfsmaterialien in der Spiritusfabrikation** 34
Das Waſſer 34
Das Malz 35
Die Darſtellung von Malz für die Zwecke der Spiritusfabrikation . . 38
Das Darren des Malzes 41
Die Conſervirung des Malzes 42

III. **Die Werthbeſtimmung der Rohmaterialien** 47
Die Werthbeſtimmung der Kartoffel 47
Die Salzprobe oder araeometriſche Probe 49
Directe Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichtes der Kartoffel . . . 49
Das Stohmann'ſche Verfahren 49
Verfahren unter Anwendung der hydroſtatiſchen Wage . . . 53
Die Werthbeſtimmung der Kartoffel auf chemiſchem Wege 58
Die Werthbeſtimmung des Rohgetreides 59
Die Werthbeſtimmung zuckerhaltiger Rohmaterialien 61
Die Werthbeſtimmung der Melaſſen 62
Anhang: Die Werthbeſtimmung des Malzes 63

II. Abſchnitt.

Theorie der Spiritusfabrikation 66

IV. **Die Aufſchließung des Stärkemehls** 68
Das Dämpfen 70
Veränderung des Stärkemehles beim Dämpfen 71
A. Phyſikaliſche Veränderungen beim Dämpfen 73
B. Chemiſche Veränderungen beim Dämpfen 76
Die Einwirkung von Säuren auf Stärkemehl 77
Die Umſetzung des aufgeſchloſſenen Stärkemehls in Zucker 78
(Das Maiſchen) 78
Der Verfolg des Maiſchproceſſes 83
Das Abkühlen der Maiſche 85
Die Gährung 87
Die Hefe 88
Die Produkte der Alkoholgährung 94
Die Nebengährungen 96
Die Milchſäuregährung 97
Die Butterſäuregährung 98
Die Eſſiggährung 99
Die Salpeterſäuregährung 99

V. **Die Kunſthefe** 103
Das Maiſchen 104
Die Säurebildung 104

Seite

Das Löslichwerden und die Umsetzung der Eiweißkörper 105
Ersatzmittel des Milchsäurefermentes 107
Das Versetzen der Sauermaische in Alkoholgährung 108
Das Aufbewahren der Mutterhefe 111

VI. **Die Gährung der süßen Maischen** 113
Der Verlauf der Gährung 117
Das Antreten der Gährung 117
Die Hauptgährung 119
Die Nachgährung 120
Die Beschaffenheit der vergohrenen Maischen 122
Die theoretische und die in der Praxis erzielbare Ausbeute an Alkohol 124

VII. **Die Destillation** 130
Anhang: Die Schlämpe 138

VIII. **Gährungstechnische Prüfungsmethoden** 140
Die Untersuchung des Malzes 142
Die Untersuchung der Maische 143
Ermittelung der Menge der ungelöst gebliebenen Stärke 144
Ermittelung der Mengen jener Körper, welche beim Maischen in Lösung gehen 145
A. Auf chemischem Wege 145
B. Auf physikalischem Wege mittelst des Saccharometers 147
Die Untersuchung der Maische nach der Gährung 150
Die Untersuchung der Hefe 153
Die Säurebestimmung 153
Der Lüdersdorff'sche Säuremesser 154
Der Titrirapparat 155
Die Untersuchung der Hefe auf ihre vergährend wirkende Kraft . 159
Die Zählung der Hefezellen 161
Die mikroskopische Prüfung der Hefe 162

IX. **Die Alkoholbestimmung oder die Alkoholometrie** 164
Die Bestimmung des Alkoholgehaltes vergohrener Maischen 166
Die Bestimmung des Alkoholes in Gemischen aus Alkohol und Wasser 172
Beispiele für die Alkoholbestimmung in Spiritus 173
Anhang: Untersuchung des Alkohols auf seine Reinheit 176

III. **Abschnitt.**

Praxis der Spiritusfabrikation 180

X. **Die Gewinnung von Maische aus Kartoffeln und Getreide** 182
Das Waschen der Kartoffeln 184
Das Dämpfen der Kartoffeln 184

Seite

Das Dämpfen unter erhöhtem Druck 185
Der Dämpfapparat von Henze 186
Der Vormaischbottich 189
Die Maischmühlen 193
Die combinirten Dämpf- und Maischapparate 199
Der Hollefreund'sche Apparat 202
Der Bohm'sche Apparat 205
Das Maischen von Getreide 206
Anhang: Das Maischen von gemalztem Mais 208
Die Maschinen zur Zerkleinerung des Malzes 216
Das Entschalen der Maische 216
Die Kühlung der Maischen 217
Die Kühlapparate 220

XI. **Die Bereitung der Kunsthefe** 225

XII. **Die Vergährung der Maischen** 233
Die Gährräume 234
Die Gährgefäße 235
Das Stellen der Maischen 239
Die Hauptgährung 240
Die Nachgährung 242
Die Verarbeitung anderer stärkehaltiger Materialien 244

XIII. **Die Gewinnung von Spiritus aus Rüben und Melasse** 247
Die Verarbeitung des Rübenbreies und Saftes 247
Verarbeitung der Rüben nach dem Macerationsverfahren 249
Das Macerationsverfahren von Siemens 250
Das Macerationsverfahren von Champonnois 251
Das Diffusionsverfahren 252
Die Verarbeitung von Melassen 254
Die Verarbeitung von Rohrzuckermelasse 258
Die Verarbeitung von Zucker-Sorgho 259
Die Verarbeitung von Topinambur 261
Die Verarbeitung anderer zuckerhaltiger Materialien 262
Die Branntweinfabrikation aus Früchten 262
Die Verarbeitung alkoholhaltiger Materialien 266
Anhang 266

XIV. **Die Destillation** 268
Rectifications- und Dephlegmationsapparate 270
Maisch- und Rectifications-Colonnen 273
Regulirapparate für Wasser, Dampf und Maische 275
Condensatoren 280
Die Kühlvorrichtungen 281
Die Probe-Kühlapparate 283
Die Abfluß-Vorrichtung 285
Die Alkohol-Meßapparate 286

Seite

XV. **Die Destillirapparate** 293
Der einfache Destillirapparat 294
Der Pistorius'sche Destillirapparat 296
Der Siemens'sche Apparat 300
Die continuirlichen Destillirapparate 305
Der Derosne-Cellier-Blumenthal'sche Colonnenapparat 307
Der Destillationsapparat von Gebrüder Siemens 309
Die Destillations- und Rectificationsapparate von Savalle 314

Zweiter Theil.

Die Preßhefe-Bereitung.

Einleitung 327

I. **Die Lebensbedingungen der Hefe** 332
Allgemeine Lebensbedingungen der Hefe 336
Ernährungsbedingungen der Hefe 337

II. **Die zur Ernährung von Hefe verwendeten Materialien** 346
Die Getreidearten 346
Die Kleie 349
Das Malz 351
Die Malzkeime 352
Die Biertreber 353
Der Kleber 354
Die Schlämpe 355
Die Hülsenfrüchte 356

III. **Die Beschaffenheit der Stellhefe** 358
Die Cultur reiner Stellhefe 362
Die Reinzucht von Hefe unter Anwendung von Salicylsäure 364

IV. **Die Gewinnung von Hefe nach altem Verfahren** 367
Die Bereitung der Maische 368
Das Anstellen 370
Das Abnehmen der Hefe 371
Das Auswaschen der Hefe 373
Die Ausnützung der zum Waschen der Hefe dienenden Wässer auf Alkohol 375
Das Pressen der Hefe 377
Die Beschaffenheit der Preßhefe 379
Verschiedene Verfahren zur Darstellung von Hefe 380
Das holländische Verfahren zur Gewinnung von Hefe 382
Die „Kräftigung" der Hefe 384

V. **Die Conservirung der Hefe** 386
Das Trocknen der Hefe auf Gypsplatten 387
Das Trocknen der Hefe mittelst wasserentziehender Substanzen . . . 388
Reichenkron's Apparat 390
Die Conservirung der Hefe durch fäulnißwidrige Körper 391
Die Conservirung der Hefe durch Salicylsäure 392

VI. **Die neuen Verfahren zur Gewinnung von Hefe** 394
Das Verfahren der Hefegewinnung von Hirsch 396
Marquardt's Verfahren zur Bereitung von Hefe 397
Das Rainer'sche Verfahren der Fabrikation von Preßhefe 400
VII. **Die Gewinnung von Preßhefe aus Bierhefe** 406
Die Prüfung der Preßhefe 411
Tabellen 413

Die Spiritus-Fabrikation.

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Einleitung.

Die gährungs-chemischen Gewerbe stehen sämmtlich mit der Landwirthschaft in so fern in inniger Beziehung, als durch die ersteren die Bodenproducte in Stoffe umgewandelt werden, deren Handelswerth ein bedeutender ist und welche dem zu Folge auch die Verfrachtung nach weit entlegenen Orten ermöglichen. Am wichtigsten tritt uns jedoch dieser Zusammenhang zwischen den gährungstechnischen Gewerben und der landwirthschaftlichen Urproduction in jenem Zweige der ersteren entgegen, welchen man mit dem Namen der Spiritusfabrikation oder der Branntweinbrennerei bezeichnet. In vielen Gegenden und zwar gerade in solchen, in welchen der Ackerbau in Folge von Bodenverhältnissen und klimatischen Ursachen nur ein sehr geringes Erträgniß abwerfen würde, ist es in Folge der Verbindung der landwirthschaftlichen und der zymotechnischen Thätigkeit durch Errichtung von Spiritusfabriken zur Verarbeitung der Ernten der eigenen Landwirthschaft möglich geworden, die Ertragsfähigkeit der letzteren bedeutend zu steigern, ohne jedoch dem Boden viele Nährstoffe zu entziehen, indem — theoretisch wenigstens — die Gesammtmenge aller dem Boden in Form von Aschensalzen und Stickstoffverbindungen entnommenen Stoffe demselben wieder zurückgegeben werden kann.

Die Spiritusfabrik bildet daher in manchen Gegenden den eigentlichen Mittelpunkt des landwirthschaftlichen Betriebes: sie wandelt gewisse Bestandtheile der durch den Ackerbau gewonnenen Rohproducte in einen werthvollen Körper um, dessen zahlreiche Industrien in großen Mengen bedürfen und giebt der Landwirthschaft die für letztere werthvollsten Bestandtheile der Bodenproducte: die Stickstoffverbindungen und Aschensalze in solcher Form wieder zurück, in welcher sie unmittelbar zur Ernährung der Hausthiere — eventuell als Düngermittel verwendbar sind.

Diese doppelte Wichtigkeit der Spiritusfabrikation in industrieller und landwirthschaftlicher Beziehung tritt besonders in jenen Gegenden hervor, in welchen

die Bodenbeschaffenheit den Landwirth hauptsächlich auf den Anbau von Pflanzen verweist, deren Werth durch ihren Gehalt an Stärkemehl bedingt wird — die weiten Länderstrecken, welche mit Kartoffeln bepflanzt sind, liefern in vielen Fällen nur dadurch, daß sie das in den Kartoffeln enthaltene Stärkemehl an die Spiritusfabriken zur Verarbeitung auf Alkohol abgeben, ein die Feldarbeit genügend lohnendes Erträgniß.

In Ländern, welche zwar für die Landwirthschaft sehr günstige Verhältnisse bieten, in welchen aber die dünngesäete Bevölkerung und die geringe Ausbildung der Verkehrsmittel der Verwerthung der Bodenproducte große Hindernisse entgegen stellt — wie z. B. in Ungarn —, bietet die Spiritusfabrikation der Landwirthschaft ein Hülfsmittel: in Ungarn dient ein großer Theil der Ernte den Zwecken der Spiritusfabrikation; der Reichthum Syrmiens an gewissen Obstsorten, namentlich an Pflaumen, findet nur durch Verarbeitung der letzteren auf Branntwein seine entsprechende Verwerthung. Welche Bedeutung die Branntweinbrennerei für die Verwerthung gewisser Abfallstoffe anderer landwirthschaftlicher Industrien besitzt, ersehen wir aus der Anlage von Fabriken, welche in Weinbau treibenden Ländern zu dem Zwecke errichtet werden, um Trester, Weinlager, verdorbene oder geringwerthige Weine auf Branntwein zu verarbeiten; — die in der ganzen Welt unter dem Namen Cognac bekannte Branntweinsorte wird in Frankreich aus Wein und Abfällen der Weinbereitung dargestellt, von welchen der erstere im ursprünglichen Zustande nur sehr untergeordneten Werth hat, indes die letzteren kaum eine andere Verwendung als zu Düngerzwecken hätten.

Die Spiritusfabrikation bildete ferner ein wichtiges Ergänzungsglied gewisser Großindustrien — so ergaben sich bis vor kurzem in der Zuckerfabrikation große Mengen von Flüssigkeiten, welche zwar nicht mehr auf krystallisirbarem Zucker, wohl aber auf Spiritus verwerthet werden konnten, und haben wir in der Melasse-Brennerei ein Beispiel vor uns, aus welchem wir entnehmen können, wie die Nebenproducte einer Großindustrie, der Zuckerfabrikation, das werthvolle Urmaterial einer anderen, der Spiritusfabrikation bilden können.

Die Spiritusfabrikation ist nicht nur das Mittel zur Verwerthung von Bodenproducten und Nebenproducten von Großindustrien, sondern sie bildet selbst die Grundlage eines ausgebreiteten Gewerbes: der Branntwein- und Liqueurfabrikation, sie liefert den größten Theil des von den Essigfabrikanten verwendeten Urmaterials und producirt endlich einen in vielen Gewerben unentbehrlichen Körper: den Alkohol. Unter allen Zweigen der gährungs-chemischen Technik ist daher jener, welcher sich mit der Fabrikation von Alkohol beschäftigt, einer der wichtigsten — und zwar sowohl in landwirthschaftlicher als in gewerblicher Beziehung selbst. Die Verfahren, nach welchen man im Stande ist, Spiritus respective Branntwein darzustellen, lassen sich, nach den schon oben gegebenen Andeutungen in drei Gruppen gliedern und zwar:

1. in die Methoden zur Verarbeitung stärkemehlhaltiger Stoffe,
2. in die Methoden zur Verarbeitung zuckerhaltiger Materialien, und
3. in die Verarbeitung alkoholhaltiger Materialien selbst.

In letzter Reihe muß man für die Darstellung von Spiritus immer eine Flüssigkeit vor sich haben, in welcher Alkohol enthalten ist; wenn daher schon das gegebene Rohmaterial selbst Alkohol enthält, z. B. Wein, so beschränkt sich die ganze Arbeit der Branntweinbrennerei auf die einfache Abscheidung des Alkohols von den übrigen Stoffen, — wir haben in diesem Falle die einfachste und deshalb wohl auch zugleich älteste Form der Branntweinbrennerei vor uns.

Wenn das gegebene Rohmaterial Zucker enthält, so muß dieser zuerst in Alkohol übergeführt werden, ehe man an das eigentliche Geschäft des Branntweinbrennens gehen kann; dieses Verfahren ist daher schon etwas complicirter als das erstere.

Handelt es sich darum, aus stärkemehlhaltigen Materialien Alkohol zu gewinnen, so ist der hierfür einzuschlagende Weg der umständlichste von allen: das Stärkemehl muß zuerst in Zucker und dieser in Alkohol übergeführt werden, ehe man zur letzten Operation der Branntweinbrennerei: der Abscheidung des Alkohols schreiten kann.

Die drei Methoden der Alkoholdarstellung sind so uralte, daß wir gar keine bestimmten festen Anhaltspunkte über ihre Einführung besitzen; die ältesten Völker verstanden schon die Kunst, durch Gährenlassen süßer Früchte berauschende, alkoholhaltige Getränke zu gewinnen, ja es ist sogar mit Sicherheit festgestellt, daß schon die alten Egypter das umständlichste und schwierigste Verfahren der Darstellung von Alkohol — jenes, bei welchem Stärkemehl zuerst in Zucker und dieser in Alkohol übergeführt wurde, genau kannten — denn sie basirten auf diese Umwandlung ein im ganzen Lande verbreitetes Gewerbe, welches mit unserer modernen Bierbrauerei in vielen Stücken Aehnlichkeit besaß.

So alt nun auch bei den verschiedenen Völkerschaften die Kenntniß der Verfahren zur Darstellung alkoholhaltiger Flüssigkeiten, berauschender oder geistiger Getränke ist, so verhältnißmäßig neuen Datums ist die Kenntniß des Alkoholes und die Kunst, denselben aus den gegohrenen Flüssigkeiten abzuscheiden. Die eigenthümlichen Wirkungen der geistigen Getränke auf den Organismus — ihr aufregender, erheiternder und betäubender Einfluß auf das Nervensystem, mußte schon in früheren Zeiten das Bestreben hervorrufen, den eigentlichen Träger dieser Wirkungen aus den gegohrenen Getränken im reinen Zustande darzustellen. Ein gewisser Marcus Graecus, welcher im achten Jahrhundert gelebt haben soll, giebt in seinem Werke: Liber ignium ad comburendos hostes zuerst Andeutungen über die Gewinnung des „brennenden Wassers" aus Wein; merkwürdiger Weise erwähnt weder dieser Schriftsteller noch Geber (im neunten Jahrhundert), noch Albucases (im elften Jahrhundert), welch' letzterer schon das Destillationsverfahren genauer beschrieb, die bei einer Flüssigkeit höchst auffällige Eigenschaft der Brennbarkeit des „vinum ustum". Erst im 13. Jahrhundert wurde die durch Destillation von Wein gewonnene Flüssigkeit allgemeiner bekannt, besonders wurde sie als Arzneimittel, welches gegen die verschiedensten Krankheiten helfen sollte — daher der Name aqua vitae — von den größten Autoritäten

jener Zeit empfohlen; italienische Kaufleute brachten die aqua vitae als Heilmittel gegen die Pest nach dem südlichen Deutschland.

Genauere Nachrichten über die Darstellung des neuen Körpers sind erst durch Arnold von Villanova in Catalonien und Raymundus Lullus von Palma, welche diese Kunst von arabischen Alchymisten erlernten, bekannt geworden. — Ueber die Namen, welche der neuen Flüssigkeit beigelegt wurden, läßt sich nichts mit Sicherheit angeben, — die oben genannte Bezeichnung vinum ustum gleichbedeutend mit unserem Worte Branntwein, findet in der ursprünglich allein bekannten Darstellung der Flüssigkeit aus Wein unter Anwendung von Feuer ihre Erklärung; — der Name aqua vitae (nach anderer Lesart soll es heißen aqua vitis) erklärt sich aus der nervenanregenden Eigenschaft der neuen Flüssigkeit; — die Benennung spiritus vini oder Weingeist ist auf die Flüchtigkeit der Flüssigkeit zurückzuführen — bei den Alchymisten hieß jeder flüchtige Körper „Spiritus". Die Benennung Alkohol soll der arabischen Sprache entnommen sein und einen sehr fein zertheilten Körper bezeichnen. (Nach Anderen stammt das Wort aus dem Chaldäischen und bedeutet „brennen".)

Der ursprünglich nur als kostbare Arznei verwendete Branntwein wurde schon am Beginn des 15. Jahrhunderts vielfach als Genußmittel getrunken. Die von den Italienern gemachte Erfindung der Darstellung von Liquori oder Liqueurs — das sind versüßte und gewürzte Branntweine — trug zur Ausbreitung des Branntweingenusses vieles bei, so daß schon im 16. Jahrhundert Verordnungen Seitens der Regierungen ergingen, durch welche dem übermäßigen Branntweintrinken Einhalt gethan werden sollte.

Bald nach dem Bekanntwerden der Methoden der Weingeistdarstellung erkannte man auch, daß derselbe aus zwei Körpern, einem wässerigen und dem eigentlich flüchtigen Bestandtheile bestehe, so wie daß sich der letzte durch sorgfältig ausgeführte Destillation in der abdestillirten Flüssigkeit vermehren lasse. Raimundus Lullus wußte schon diesen Zweck durch Destillation des Weingeistes über entwässertem Kaliumcarbonat zu erreichen, und rectificirte das so erhaltene Produkt über sehr schwachem Feuer durch 20 bis 22 Tage. — Daß der Weingeist bei der Destillation länger in Dampfform erhalten werden könne als das Wasser und durch Rectification stärker gemacht werden könne, war schon in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts bekannt; Michael Savonarola aus Padua erzählt, daß einer seiner Bekannten die Destillirblase im Erdgeschosse, den Helm derselben unter dem Giebel des Hauses angebracht habe. Bergmann (1775) kannte den wasserfreien Weingeist noch nicht, sondern nur Weingeist von 0,820 specifischem Gewicht mit 10 pCt. Wassergehalt; wasserfreier Alkohol wurde erst von Lowitz 1796 durch Behandeln von hochrectificirtem Weingeist mit frisch geglühtem Kaliumcarbonat dargestellt.

Die für die Fabrikation des Weingeistes und für den Handel hochwichtigen Methoden zur Bestimmung des Percentgehaltes nach dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit wurden schon von Réaumur 1733 begonnen, aber die erste diesbezügliche zusammenhängende Versuchsreihe wurde von Blagden und Gilpin

im Auftrage der englischen Regierung ausgeführt und 1794 veröffentlicht; die neueren umfassenden Arbeiten von Gay-Lussac, Tralles (1811), Brix u. s. w. vervollständigten diese Untersuchungen.

Die Geschichte der Entwickelung der Apparate, welche man zur Destillation der weingeisthaltigen Flüssigkeiten angewendet hat, bietet uns ein Bild des allmäligen Fortschrittes vom einfachsten und unvollkommensten Geräthe bis zu den complicirten Apparaten der Neuzeit, welche unmittelbar Weingeist von 96—97 % liefern; es dürfte in der chemischen Industrie kaum ein zweites Beispiel aufzufinden sein, welches ein so stetiges Fortschreiten in der Verbesserungvon Apparaten aufweist, wie der Bau der Destillirapparate für die Zwecke der Spiritusfabrikation. Merkwürdiger Weise haben sich neben den Constructionen, welche für die modernen Destillirapparate in Anwendung kommen, noch die ältesten, in einfachster Weise gebauten Branntweinblasen, freilich nur in ganz untergeordneten Brennereien, bis zur Gegenwart im Gebrauche erhalten. — Nicht blos die Destillirapparate sind es, welche in unserer Zeit sehr bedeutend verbessert wurden: Hand in Hand mit diesen Fortschritten gingen andere, welche auf die Zerkleinerung und Vorbereitung der Rohmaterialien Bezug nehmen, und finden wir in der Spiritusfabrikation der Jetztzeit die Anwendung rationeller chemischer Verfahren mit jener zweckmäßig gebauter Apparate innig verbunden, so daß sich wohl sagen läßt, daß die Spiritusfabrikation, wie sie jetzt geübt wird, zu den höchst entwickelten chemisch-technischen Gewerben unserer Zeit gehört.

Die Chemie hat auch schon das Problem gelöst, Alkohol direct auf synthetischem Wege herzustellen; Berthelot zeigte schon 1855, daß sich Alkohol unmittelbar aus ölbildendem Gase darstellen lasse. So interessant diese Thatsache auch in theoretischer Beziehung ist, für die Praxis ist sie bis nun ohne Interesse, indem die Gestehungskosten des Alkohols auf diesem Wege ungemein hohe sind. Es läßt sich aber von der stetig fortschreitenden Wissenschaft erwarten, daß sie auch ein Verfahren finden werde, nach welchem sich Alkohol zu so billigem Preise auf synthetischem Wege darstellen lasse, daß derselbe dem durch Gährung gewonnenen Weingeist die Concurrenz zu bieten vermag. Wenn dieses Ziel erreicht sein wird, muß auf gährungs-technischem und landwirthschaftlichem Gebiet ein mächtiger Umschwung der Verhältnisse erfolgen, und müssen dann für jene Landstrecken, welche bis dahin das Urmaterial für die Branntweinbrennereien lieferten, andere Verwendungen gesucht werden, ähnlich wie dies mit den] für den Anbau von Oelpflanzen bestimmten Ländereien der Fall war, als die Lampenöle durch das Petroleum verdrängt wurden oder als die Erfindung der Darstellung von Alizarin auf künstlichem Wege den Krappbau überflüssig machte.

Obwohl das Product, auf dessen Darstellung man in der Spiritusfabrikation hinarbeitet, der Aethylalkohol, als eine bestimmte chemische Verbindung in allen Fällen und zu allen Zeiten dieselben Eigenschaften zeigen muß, lehrt doch die praktische Erfahrung, daß man in Wirklichkeit aus verschiedenen Rohmaterialien auch Spiritus von verschiedenen Eigenschaften erhält, — ein Umstand, welcher seine Erklärung darin findet, daß neben Aethylalkohol auch noch, wenn auch oft nur

in sehr geringen Mengen, Körper entstehen, welche die Eigenschaften des Weingeistes beeinflußen; ein sehr wichtiger Theil der Verbesserungen, welche im Betriebe der Spiritusfabrikation sowohl in Bezug auf die chemische Seite derselben als in Bezug auf die Apparate angebracht wurden, zielt dahin, die fremden Körper möglichst vollständig von dem Aethylalkohole zu trennen und letzteren im höchsten Grade der Reinheit zu gewinnen. Auch diesem Zwecke ist man in neuerer Zeit viel näher gekommen, als dies früher möglich schien und wird jetzt Weingeist auf fabrikmäßigem Wege in so hohem Grade von Reinheit dargestellt, daß das Product im gewöhnlichen Sinne des Wortes als rein erklärt werden kann, wenn man ihm auch vom Standpunkte des Chemikers aus die Bezeichnung nicht geben kann.

Während man in der eigentlichen Spiritusfabrikation dahin arbeitet, den Aethylalkohol im Zustande höchster Reinheit zu erhalten, hat man bei jenem Zweige der Gährungstechnik, welchen man als Branntweinbrennerei bezeichnen kann, einen ganz andern Zweck im Auge; es handelt sich im letzteren Falle nicht um die Darstellung von möglichst reinem und hochpercentigem Alkohol, sondern um die Gewinnung eines solchen mit größerem Wassergehalt, dem aber gewisse fremde Körper beigemischt sind, welche ihm specifischen Geruch und Geschmack verleihen, der von der Art des zur Herstellung des betreffenden Branntweines angewendeten Rohmaterials abhängig ist. Es lassen sich demnach Spiritusfabrikation und Branntweinbrennerei in der Weise unterscheiden, daß man in ersterer dahin strebt, aus irgend einem gegebenen Rohmateriale reinen Alkohol darzustellen, während man im zweiten Falle bemüht ist, aus einem bestimmten Rohmateriale auch einen Branntwein von bestimmten Eigenschaften herzustellen. Letztere werden durch die Anwesenheit kleiner Mengen gewisser Verbindungen bedingt.

Die Fabrikation von Spiritus ist eine chemische Großindustrie und wie schon oben angedeutet worden, dadurch im hohen Grade wichtig, daß sie den landwirthschaftlichen Betrieb wesentlich erleichtert, indem sie durch Ueberführung eines im ursprünglichen Zustande wenig Werth habenden Materials — Stärkemehl — in ein sehr werthvolles — Alkohol — ein höheres Bodenerträgniß bedingt und die Rückstände der Fabrikation in solcher Form hinterläßt, daß dieselben noch als Viehfutter verwendet werden können.

Die Fabrikation der verschiedenen Branntweingattungen — vielleicht mit alleiniger Annahme jener von Kornbranntwein — findet nur in beschränkterem Maße statt, indem schon die Rohmaterialien nicht in so gewaltigen Mengen zur Verfügung stehen, wie in der Spiritusfabrikation selbst; trotzdem ist auch die Branntweinfabrikation von sehr hoher gewerblicher Bedeutung, indem sie Producte liefert, deren Handelswerth ein verhältnißmäßig höherer ist als der des reinen Weingeistes — wir nennen in dieser Hinsicht z. B. nur die Fabrikation des Weinbranntweines oder Cognac's, die des echten Rum's, der Kirschbranntweine u. s. w.

Bei diesen Speeialsorten ist es nicht die Percentmenge von möglichst reinem Alkohol, welche den Handelswerth eines Liters der Flüssigkeit bedingt, sondern

im Gegentheile sind es gerade die in sehr geringen Mengen neben dem Alkohole vorhandenen fremden Körper, welche entscheidend für die Qualität und dieser entsprechend für den Preis der Waare sind.

Wenn daher auch in jedem zur Darstellung von Spiritus oder Branntwein verwendeten Rohmateriale in erster Reihe die Menge jener Stoffe, welche überhaupt Alkohol zu liefern vermögen: Stärkemehl, Zucker oder schon fertiger Alkohol, für den Werth derselben entscheidend ist, indem von ihr die Percentausbeute an Alkohol abhängt, kommen neben ihnen noch andere Körper in Betracht, welche auf die Entstehung der in den Branntweinen neben Alkohol enthaltenen fremden Körper Einfluß nehmen. Es können z. B. zwei Weine von ganz gleichem Alkoholgehalte Branntweine von so verschiedenem Handelswerthe ergeben, daß der eine mehr als das doppelte im Preise von dem anderen erzielt; in diesem Falle ist es ausschließlich die Art der fremden, neben Alkohol vorhandenen Körper und nicht die Percentmenge des Alkohols, welche für die Werthbestimmung der Producte maßgebend ist.

Während sich die Werthbestimmung der zur Darstellung gewisser Branntweine dienenden Materialien eigentlich nur durch die Qualität der aus ihnen gewonnenen Branntweine selbst finden läßt, haben wir in der Bestimmung der Mengen jener Körper, welche Alkohol zu liefern vermögen, ein sehr scharfes Mittel, um den Werth dieser Körper für die Spiritusfabrikation festzustellen und gehört demnach die genaue Kenntniß der Rohmaterialien und der zweckmäßigsten Untersuchung derselben mit zu den unentbehrlichen Kenntnissen des Spiritusfabrikanten, indem ihm dieselben die Grundlage zur Ausführung seiner Berechnungen über die aus einem gewissen Materialquantum zu erzielende Spiritusausbeute abgeben.

REESE LIBRARY
UNIVERSITY
CALIFORNIA

I. Abschnitt.

I. Die Rohmaterialien in der Spiritusfabrikation.

Als Rohmateriale für die Zwecke der Spiritusfabrikation kann jeder Körper angesehen werden, der eine genügende Menge solcher Verbindungen enthält, welche direct oder indirect in Aethylalkohol überzugehen vermögen. Obwohl sich nun gegen die Richtigkeit dieser Definition kein Einwand erheben läßt, erscheint es dennoch der Uebersichtlichkeit der Darstellung wegen angezeigt, eine Trennung der Rohmaterialien nach gewissen Gruppen vorzunehmen und haben wir schon in der Einleitung im allgemeinen angedeutet, in welcher Weise diese Gruppen gebildet werden können; wir unterscheiden demnach stärkemehlhaltige Rohmaterialien, solche, in welchen Zucker vorhanden ist, und solche, welche fertigen Alkohol enthalten.

Strenge genommen müßten wir die Begriffe Stärkemehl und Zucker in mehrere zerlegen, indem wir eine größere Zahl von Körpern kennen, welche sich als Stärkemehl, respective Zucker im allgemeinen Sinne bezeichnen lassen, sich von einander aber durch ihre specifischen Eigenschaften unterscheiden — wir ziehen es aber hier vor, diese Benennungen vorläufig gelten zu lassen und werden auf die obwaltenden Verschiedenheiten noch näher bei Beschreibung der einzelnen Rohmaterialien zurückkommen.

Alkohol kann aus Stärkemehl oder Zucker nur unter Zuhülfenahme von Wasser und gewisser Fermente gebildet werden; nachdem letztere nur bei der Entstehung des Alkohols mitwirken, ohne selbst Alkohol zu liefern, können wir sie zweckmäßig als Hülfsmaterialien bezeichnen.

Die stärkemehlhaltigen Rohmaterialien.

Im weitesten Sinne könnte man alle höheren Pflanzen als in diese Gruppe gehörig bezeichnen, denn sie enthalten immer Stärkemehl und zwar kommen in manchen Theilen der Pflanze — in der Frucht am häufigsten — reichliche Mengen

dieſer oder ihr ähnlicher Verbindungen vor. Für die induſtriellen Verhältniſſe Europa's kommen aber eigentlich nur eine geringe Zahl von Pflanzen in Betracht, welche als Stärkemehllieferanten angeſehen werden können und ſind dies in allererſter Reihe die Kartoffeln und nach dieſen die Getreidearten.

Wenn wir die Kartoffeln den Getreidearten voran ſtellen, obwohl letztere viel reicher an Stärkemehl ſind als die Kartoffeln, ſo hat dies ſeinen Grund in der chemiſchen Zuſammenſetzung der Kartoffeln und des Getreides ſelbſt. Die Kartoffeln ſind Körper, welche außer Stärkemehl nur eine relativ geringe Menge von Verbindungen enthalten, welche als Nahrungsmittel von Werth ſind — es werden daher durch die Verarbeitung der Kartoffeln für die Zwecke der Branntweinbrennerei dieſelben in der rationellſten Weiſe vollſtändig ausgenützt.

Anders verhält es ſich aber bei den Getreidearten; dieſe enthalten neben dem Stärkemehl noch eine große Menge von eiweißartigen Körpern und Nährſalzen und wird hierdurch der bedeutende Werth der Getreidearten als Nahrungsmittel bedingt. Bei der Verarbeitung von Getreide für die Zwecke der Spiritusfabrikation gehen zwar dieſe Körper nicht verloren, ſondern können wieder vollſtändig gewonnen und verwerthet werden.

In Folge der während der Verarbeitung ſtattfindenden Proceſſe erleiden aber die eiweißartigen Körper eine ſolche Veränderung in ihrer Form, daß ſie nicht mehr als Nahrung für Menſchen anwendbar ſind, ſondern nur zur Fütterung von Hausthieren dienen können. Zu dieſem Verhältniſſe, welches ſchon vom volkswirthſchaftlichen Standpunkte die Verwendung von Kartoffeln für die Zwecke der Branntweinfabrikation zweckmäßiger erſcheinen läßt, tritt noch der Umſtand, daß bekanntlich die Kartoffelpflanze zu jenen gehört, welche in ſelbſt ſchlechtem, armen Boden und rauhem Klima noch gut gedeiht, indeß die Getreidearten in dieſer Beziehung viel anſpruchsvoller ſind. — Es weiſen daher ſowohl chemiſche als oeconomiſche Verhältniſſe darauf hin, daß unter allen ſtärkemehlhaltigen Rohmaterialien mit Bezug auf die mitteleuropäiſchen Verhältniſſe die Kartoffeln diejenigen ſind, welche das Hauptmaterial der Spiritusfabrikation bilden ſollen, und ſtehen thatſächlich die Kartoffeln unter den ſtärkemehlhaltigen Materialien obenan. —

Die Kartoffeln.

Die bekannte Pflanze, deren Wurzelknollen die Kartoffeln ſind — der knollige Nachtſchatten Solanum tuberosum ſtammt aus Südamerica (Chile), — iſt zwar ſchon ſeit 1584 in Europa bekannt, fand aber erſt gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts nach Ueberwindung mancher Vorurtheile allgemeinen Eingang in die Landwirthſchaft — die Anwendung der Kartoffel zur Spiritusfabrikation datirt erſt aus dem gegenwärtigen Jahrhundert. — Durch fortgeſetzte Cultur iſt die Zahl der Varietäten der Kartoffel eine ſehr bedeutende geworden und nimmt ſowohl die Varietät der Kartoffeln, als auch der Boden auf welchem ſie gewachſen ſind, Klima und Düngung tiefgehenden Einfluß auf die Zuſammenſetzung der Knollen.

Für Denjenigen, welcher Kartoffeln für die Zwecke der Spiritusfabrikation anbaut, werden selbstverständlich jene Kartoffeln die werthvollsten sein, welche die größte Menge von Stärkemehl enthalten. —

Die Schwankungen, welche man im Stärkegehalt der Kartoffeln beobachtet hat, sind ganz überraschend große, und bewegt sich der Stärkegehalt der Kartoffeln innerhalb 9 und 28,7 pCt. Nach einer großen Versuchsreihe von Behrend, Maercker und Morgen steigt in manchen Kartoffelsorten der Stärkemehlgehalt bis nahe auf 29,5 pCt. und wurden z. B. bei folgenden Kartoffelsorten die untenstehenden Stärkemehlgehalte ermittelt.

			Proben aus dem Jahre 1875.
Weißfleischige sächsische Zwiebelkartoffel	(Eisenach)	26,0 pCt.	
„ „ „	(Baumersroda)	26,7 „	
„ „ „	(Ermsleben)	27,1 „	26,4
„ „ „	(Trotha)	27,1 „	27,0
„ „ „	(Schochwitz)	27,2 „	28,1
„ „ „	(Goedewitz	27,6 „	
Daber'sche	(Salzmünde)	28,0 „	29,4
„	(Fienstedt)	28,7 „	

Nach Untersuchungen von Oehmichen*), welche besonders durch die sehr große Zahl der in Arbeit genommenen Kartoffelsorten werthvoll sind, läßt sich aber erkennen, daß die eben angegebenen Werthe nur als selten zu beobachtende Grenzwerthe anzusehen sind und daß man den Stärkemehlgehalt der Kartoffeln für gewöhnlich zwischen 16 bis 20 pCt. im Mittel mit 18 pCt. liegend annehmen kann.

Von 2644 Kartoffelsorten enthielten

mehr als		25	pCt.	Stärkemehl	26	Proben.
„ „ 24	bis	25	„	„	19	„
„ „ 23	„	24	„	„	49	„
„ „ 22	„	23	„	„	82	„
„ „ 21	„	22	„	„	145	„
„ „ 20,5	„	21	„	„	81	„
„ „ 20	„	20,5	„	„	106	„
„ „ 19,5	„	20	„	„	149	„
„ „ 19	„	19,5	„	„	93	„
„ „ 18,5	„	19	„	„	252	„
„ „ 18	„	18,5	„	„	135	„
„ „ 17,5	„	18	„	„	162	„
„ „ 17	„	17,5	„	„	198	„
„ „ 16,5	„	17	„	„	165	„
„ „ 16	„	16,5	„	„	197	„

*) Bericht der Commission für die Kartoffelausstellung zu Altenburg.

mehr als	15,5	bis	16	pCt.	Stärkemehl	207	Proben.
„ „	15	„	15,5	„	„	157	„
„ „	14,5	„	15	„	„	111	„
„ „	14	„	14,5	„	„	115	„
„ „	13	„	14	„	„	98	„
„ „	12	„	13	„	„	48	„
„ „	11	„	12	„	„	42	„
„ „	10	„	11	„	„	4	„
„ „	9	„	10	„	„	3	„

Für den Spiritus-Fabrikanten, welcher die von ihm verarbeiteten Kartoffeln selbst pflanzt, darf nicht blos der Stärkemehlgehalt einer Kartoffelsorte für deren Anpflanzung als allein maßgebend angesehen werden, sondern ist das Erträgniß, welches eine bestimmte Bodenfläche an Stärkemehl liefert, der eigentlich entscheidende Faktor; unter sonst gleichen Umständen wird jene Kartoffelsorte für die Zwecke des Spiritusfabrikanten die geeignetste sein, welche das größte Quantum Knollen von höchstem Stärkegehalt producirt.

So groß auch die Schwankungen sind, welche Kartoffeln verschiedener Art in Bezug auf ihren Gehalt an Trockensubstanz zeigen können, werden dieselben doch fast ausschließlich durch das Schwanken des Gehaltes an Stärkemehl bedingt; wenn man daher verschiedene Kartoffeln untersucht, kann man die vorangegebenen großen Differenzen im Gehalte an Stärkemehl feststellen, ohne daß die Mengen der stickstoffhaltigen Körper und der Aschenbestandtheile stärkere Schwankungen erkennen lassen. Man kann diesen Umstand übrigens pflanzenphysiologisch dadurch erklären, daß Kartoffelpflanzen, welche nicht besonders reich ernährt werden, doch genügende Mengen von stickstoffhaltigen und Mineralbestandtheilen aufnehmen können, ohne daß ihnen jedoch die Möglichkeit geboten wäre, größere Mengen von Stärkemehl in den Wurzelknollen als Reservestoffe für die Entwickelung neuer Pflanzen aus den Knollen aufzuhäufen.

Dem starken Schwanken des Stärkemehlgehaltes bei dem ziemlichen Gleichbleiben des Gehaltes an stickstoffhaltigen Körpern und Aschensalzen ist das scheinbar große Schwanken der letztgenannten Körper zuzuschreiben, welches sich aus verschiedenen Analysen entnehmen läßt. In Kartoffeln, welche die doppelte Menge von Stärkemehl enthalten, die man in anderen gefunden hat, muß offenbar bei gleichem Gehalt an stickstoffhaltigen und mineralischen Körpern die Menge der letzteren auf die Trockensubstanz berechnet nur halb so groß erscheinen, als in den an Stärkemehl armen.

Der anatomische Bau der Kartoffeln.

In Bezug auf ihren anatomischen Bau besteht die Kartoffel aus unregelmäßig gestalteten Parenchymzellen (Fig. 1), zwischen welchen Gefäßbündel liegen, die an der Oberfläche der Knollen die sogenannten Augen (Knospen) bilden. Die Parenchymzellen haben zarte Membranen und umschließen das Protoplasma,

den Zellsaft und die in letzteren eingelagerten Stärkekörner (Fig. 2). Die äußere Hülle der Kartoffeln wird durch eine Schicht dickwandiger Zellen gebildet, welche aus Korksubstanz bestehen und bei gewissen Sorten rothen oder blauen Farbstoff enthalten.

Unter dem Mikroskope erscheinen die Zellen der Kartoffel meist von sechseckiger Form und sind durch Intercellularsubstanz fest mit einander verbunden; jede Zelle ist mit Zellsaft gefüllt und schwimmen in demselben Stärkekörner von verschiedener Größe.

Fig. 1.

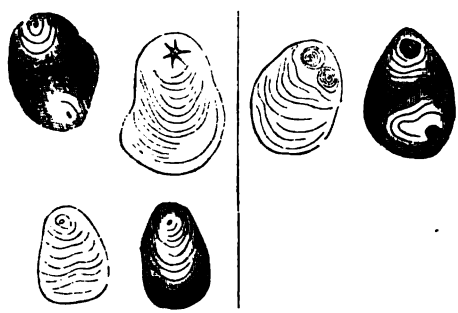
Kartoffelzellen. Vergr. 700. Nach Versch.

Die Körner der Kartoffelstärke sind verhältnißmäßig sehr groß und bestehen meist aus einfachen Körnern von ziemlich regelmäßiger Eiform und sind bei reifen Kartoffeln die Schichten mittels des Mikroskopes sehr deutlich wahrnehmbar; der Mittelpunkt der Schichtung, der Kern, liegt gewöhnlich am schmalen Ende des Kornes (Fig. 2). Die Stärkekörner unreifer Kartoffeln zeigen meist nur eine undeutliche Schichtung und sind auch durch ihre sehr verschiedene Größe leicht erkennbar. Das Aussehen, welches die Kartoffelzellen unter dem Mikroskope zeigen, ist auch in technischer Beziehung von großer Wichtigkeit, indem wir uns aus demselben ein Bild über die mehr oder weniger erfolgte Aufschließung des Stärkemehles in Folge des sogenannten Dämpfens bilden können.

Die chemischen Bestandtheile der Kartoffeln.

Die Kartoffeln enthalten neben Wasser, welches bei frischen Knollen meist mehr als 66 pCt. ausmacht, und dem Stärkemehl noch eine Anzahl von Verbindungen, deren Menge zusammen aber kaum 5 pCt. erreicht. Das Mark der Kartoffeln, welches gleichsam das Gerüste der Knollen bildet, besteht aus Cellulose (Substanz der Zellhüllen und Gefäße), Korksubstanz (die äußere Umhüllung bildend), ferner Pectinstoffen und incrustirenden Stoffen, welche die einzelnen Zellen mit einander verbinden. Die Gesammtmenge dieser Stoffe beträgt etwa 1 pCt. vom Gewichte des Knollens und zwar kommt durchschnittlich 0,5 pCt. auf die Cellulose und Korksubstanz, der Rest auf die übrigen Stoffe. Durch Kochen der Kartoffeln mit Wasser werden unter dem gleichzeitigen Einflusse verdünnter Säuren die Pectinkörper in Metapectin und Zucker übergeführt und erfolgt dadurch eine Trennung der Zellen von einander; behandelt man Kartoffeln unter Druck mit Wasser von 120—130° C, so findet der gleiche Vorgang statt.

Fig. 2.



Körner von Kartoffelstärke. Nach Stohmann.

Neben dem Stärkemehl und der Cellulose finden sich in den Kartoffeln noch andere Kohlehydrate, namentlich Zucker (und Dextrin?) in geringeren Mengen, etwa 1—1,4 pCt. vom Gewichte der Kartoffeln vor; von den stickstofffreien Bestandtheilen sind noch kleine Mengen von Fett (bis zu 0,3 pCt.) und eine Reihe von organischen Säuren zu nennen — daher die saure Beschaffenheit des Kartoffelsaftes — und hat man bis nun Oxalsäure und Citronsäure bestimmt nachgewiesen. — Das Vorkommen von Arabinsäure erscheint sehr wahrscheinlich.

Die Kartoffeln zeichnen sich durch einen geringen Gehalt an stickstoffhaltigen Verbindungen aus. Nach Maercker und E. Schulze sind höchstens 72 pCt. der Gesammtmenge des in den Kartoffeln enthaltenen Stickstoffes in Form von Eiweiß vorhanden. — Der Rest des Stickstoffes ist in Form von Verbindungen vorhanden, welche zur Gruppe der Amide gehören. Die Hauptmenge der letzteren besteht aus Asparagin; in neuerer Zeit wurde auch Leucin und Tyrosin

nachgewiesen; ob letztere nicht schon als Producte einer schon ziemlich weit fortgeschrittenen Zersetzung anzusehen sind, ist noch nicht festgestellt.

In den Kartoffeln findet sich noch ein stickstoffhaltiger Körper, das Solanin in sehr kleinen Mengen vor; in solchen Kartoffeln, welche in Folge unrichtiger Aufbewahrung stark gekeimt haben, vermehrt sich die Menge des Solanins sehr bedeutend und sind besonders die Wurzeltriebe sehr reich an diesem Körper. Das Solanin $C_{43}H_{87}NO_{15}$ gehört in die Gruppe der Glucoside: beim Kochen mit verdünnter Salzsäure zerfällt es in Zucker und Solanidin $C_{26}H_{41}NO_2$.

Die Aschenbestandtheile der Kartoffeln zeichnen sich durch einen besonders hohen Gehalt an Kali aus und steht diesem zunächst der Gehalt an Phosphorsäure; von besonderer Wichtigkeit für die Wiederverwendung der Rückstände der Spiritusfabrikation aus Kartoffeln ist der Umstand, daß sich die Aschenbestandtheile der Kartoffeln zum größten Theile in Wasser auflösen.

Percentische Zusammensetzung der Kartoffeln.

So ungemein groß die Zahl der Kartoffelunterſuchungen, welche bis nun vorliegen, auch ist, kann man doch von einer mittleren Zusammensetzung der Kartoffeln nur unter gewissen Vorbehalten sprechen, indem, wie schon erwähnt wurde, gerade der wichtigste Bestandtheil der Kartoffeln, das Stärkemehl, in seinen Mengen sehr weitgehenden von der Kartoffelart und ihrer Ernährung abhängigen Schwankungen unterliegt; es ist daher nur möglich, annähernde Werthe für die Zusammensetzung von Kartoffeln guter Qualität aufzustellen. — Gute Kartoffeln*) enthalten in runder Zahl 28 pCt. Trockensubstanz und zwar:

	Stärkemehl	21	23 unlösliche Substanzen
	Cellulose	2	
77 Saft	Eiweiß	1	
	Gummi, Salze	4	
	Wasser	72	
		100	

Nach Maercker**) und Schulze enthielten zwei Kartoffelproben I und II:

I.

		frisch			trocken	
Feuchtigkeit		76,69			—	
Stärkemehl		15,40			66,07	
Mineralstoffe	0,87	0,84 löslich 0,03 unlösl.		3,71	3,60 löslich 0,11 unlösl.	
Stickstoffhaltige Stoffe .	1,63	1,02 löslich 0,61 unlösl.		7,00	4,4 löslich 2,6 unlösl.	
Holzfaser		0,90			3,87	

*) Bolley: Chem. Technologie, IV. Seite 315.

**) Maercker: Spiritusfabrikation 2. Aufl. S. 60.

	frisch	trocken
Fett	0,05	0,22
Zucker	1,22	5,20
Pectinstoffe ꝛc.	0,36	1,60
Sonstige Verbindungen	2,88	12,33
	100,00	100,00

II.

	frisch			trocken		
Feuchtigkeit	76,16			—		
Stärkemehl	16,20			67,95		
Mineralstoffe	0,88	0,81	löslich	3,71	3,40	löslich
		0,07	unlösl.		0,31	unlösl.
Stickstoffhaltige Stoffe	1,67	0,78	löslich	7,00	3,3	löslich
		0,89	unlösl.		3,7	unlösl.
Holzfaser	0,92			3,87		
Fett	0,05			0,22		
Zucker	1,52			6,30		
Pectinstoffe ꝛc.	1,61			6,80		
Sonstige Verbindungen	1,99			4,15		
	100,00			100,00		

An löslichen Bestandtheilen enthielten die Kartoffeln

I . . 3,44 pCt. der frischen Substanz.
II . . 4,72 „ „ „ „

Als das vollständigste neuere Bild der Zusammensetzung der Kartoffeln in Bezug auf ihren Gehalt an den wichtigsten Stoffen lassen wir die nachstehende Zusammenstellung folgen, welche das Ergebniß der Untersuchung von mehr als 40 Analysen verschiedener Kartoffelarten ist. Morgen, von welchem diese Analysen ausgeführt wurden, fand:

	Maximum	Minimum	Mittel
Specifisches Gewicht der Kartoffel	1,134	1,084	1,109
„ „ des Saftes	1,0368	1,0216	1,0290
Trockensubstanz	30,39	20,33	25,36
Wasser	79,67	69,61	74,64
In Wasser lösliche Substanz	5,17	2,66	3,92
Stickstoff insgesammt	0,389	0,229	0,359
„ löslich	0,446	0,202	0,324
„ unlöslich	0,100	0,009	0,055
„ als Eiweiß	0,225	0,099	0,162
„ als Amide	0,219	0,073	0,146
„ unbekannt	0,033	0,002	0,018

	Max.	Min.	Mittel
Kohlehydrate insgesammt auf Stärkemehl berechnet	24,555	15,057	19,806
davon:			
Stärkemehl	24,260	14,532	19,326
Zucker	1,080	0,073	0,577
Dextrin	0,276	0,049	0,163
Asche gesammt	1,222	0,948	0,477
„ löslich	0,650	0,506	0,079
„ unlöslich	0,936	0,727	0,278

Die Veränderung der Kartoffel beim Aufbewahren.

Als lebender Organismus muß die Kartoffel während des Aufbewahrens chemischen Veränderungen unterliegen, indem ja der Lebensproceß immer chemische Veränderungen bedingt; es ergiebt sich schon hieraus von selbst, daß die Substanz der Kartoffel beim Aufbewahren eine Verminderung erleiden muß, indem ein gewisser, wenn auch kleiner Bruchtheil der Masse direct oxydirt wird. Wir erwähnen hier nur vorübergehend des längst widerlegten Irrthums von dem sogenannten „Nachreifen" der Kartoffel, bei welchem angeblich eine Vermehrung des Stärkemehlgehaltes eintreten soll. Die Vermehrung findet auch wirklich statt, aber sie ist nur eine scheinbare, indem sie durch das Verdunsten von Wasser aus den Kartoffeln bedingt wird. — Wenn man den Stärkemehlgehalt der Kartoffeln zu verschiedenen Zeiten bestimmt und die Bestimmung für den ursprünglich vorhandenen Wassergehalt berechnet, so wird man bei genauer Arbeit eine fortwährende, wenn auch geringe Abnahme des Stärkemehlgehaltes beobachten können und kann diese Abnahme dadurch bedingt sein, daß ein Theil der Stärke in lösliche Verbindungen umgewandelt, in Zucker, Gummi u. a. m. übergeführt wurde.

Man sollte daher ganz entgegen der früher ziemlich allgemein verbreiteten Ansicht, es sei angezeigt, die Kartoffel einige Monate lang „nachreifen" zu lassen, ehe man sie in Arbeit nimmt, dieselben sofort, wie sie vom Felde kommen, in Arbeit nehmen. Nachdem es aber nothwendig ist, die Kartoffel durch lange Zeit, während der ganzen Brennerei-Campagne aufzubewahren, erscheint es uns von Wichtigkeit, hier einige Worte über die zweckmäßigste Aufbewahrungsart der Kartoffel zu sagen.

Es ist allgemein bekannt, daß niedere Temperatur jeden chemischen Proceß und mithin auch den Lebensproceß verlangsamt und wäre es demnach am angezeigtesten die Kartoffel in einem Raume aufzubewahren, dessen Temperatur dem Gefrierpunkte des Wassers möglichst nahe liegt; es wird hierdurch nicht nur jeder chemische Vorgang in den Kartoffelknollen verlangsamt, sondern es findet auch bei dieser Temperatur keine bemerkenswerthe Wucherung der zahllosen Pilzparasiten statt, welche an der Oberfläche der Knollen haften und bei ihrer Entwickelung Veranlassung zur raschen Zerstörung der Pflanzensubstanz geben.

In unseren Klimaten ist der Wärmezustand der Atmosphäre nur einen Theil des Jahres hindurch ein dem Eispunkte naheliegender, während eines gewissen

Zeitraumes sinkt er bedeutend tiefer, um Monate hindurch um vieles höher zu zu sein; beide Factoren wirken nachtheilig auf die Beschaffenheit der Kartoffel ein, und wurde namentlich das Frieren der Kartoffel als von höchst schädlichen Wirkungen begleitet erklärt. Neuere Versuche haben aber mit voller Bestimmtheit ergeben, daß das Frieren der Kartoffeln durchaus nicht von so üblen Folgen begleitet ist, als die Einwirkung hoher Temperaturen; am gefährlichsten wirken letztere, wenn die Kartoffel noch dazu mit viel Wasser in Berührung kommen.

Daß das Frieren der Kartoffeln als so besonders schädlich angesehen wird, hat wohl seinen Grund darin, daß man das Urtheil über den Zustand der Kartoffel vom Standpunkt der Verwendbarkeit der Knollen für Küchenzwecke bildete, was aber im vorliegenden Falle gar nicht maßgebend ist; Kartoffeln, welche gefroren waren, sind in der That für Küchenzwecke gar nicht mehr verwendbar, indem sie nach dem Kochen einen unangenehm süßen Geschmack angenommen haben, welcher durch neu entstandenen gährungsfähigen Zucker bedingt wird. Ueber die Entstehung dieses Zuckers ist noch nichts näheres bekannt, es ist aber sehr wahrscheinlich, daß ein diastatisches Ferment*) die rasche Umsetzung einer verhältnißmäßig großen Stärkemenge in Zucker bedinge. Nachdem nun für die Zwecke der Branntweinbrennerei das in den Kartoffeln enthaltene Stärkemehl jedenfalls in Zucker umgewandelt werden muß, so hat der Vorgang, welcher beim Frieren der Kartoffel stattfindet, keine Bedeutung, indem kein Material, welches Alkohol liefern kann, verloren geht.

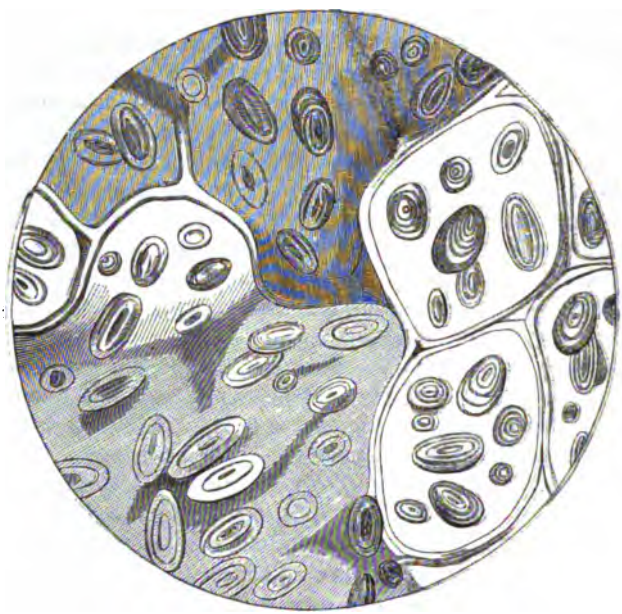
Weit wichtiger in Bezug auf die Ausbeuten an Alkohol, welche sich aus den Kartoffeln ergeben, sind jene Erscheinungen, welche man mit dem Namen der Trockenfäule und der Naßfäule bezeichnet. Bei der Trockenfäule tritt eine Veränderung in der molecularen Beschaffenheit der Kartoffelzellen ein; ein Pilz, welcher sich allmälig durch die ganze Masse der Kartoffel ausbreitet, wirkt in der Weise auf die Wände der Zellen, daß selbe eine hornartige zähe Beschaffenheit annehmen und zeigt auch die mikroskopische Untersuchung, daß der flüssige Zelleninhalt größtentheils verschwunden ist. In der Abbildung Fig. 3 ist das mikroskopische Bild des Querschnittes eines Theiles einer trockenfaulen Kartoffel gegeben und stellen die hellen Partien normale Zellen, die dunklen solche dar, welche durch die Wucherung des Pilzes desorganisirt wurden. In Folge dieser Veränderung werden die Zellen gegen die Aufschließung bei der Verarbeitung ungemein widerstandsfähig und ergeben sich in Folge dessen viel kleinere Ausbeuten an Alkohol als aus den nicht angefaulten Kartoffeln. Man muß daher trockenfaule Kartoffeln unter hohem Druck und durch lange Zeit dämpfen und in zweckmäßig construirten Zerkleinerungsapparaten weiter verarbeiten, um die Verluste möglichst zu verringern.

Man hat früher, ehe Versuche über die Verarbeitung trockenfauler Kartoffeln vorlagen, die geringere Ausbeute einer durch die Faulniß hervorgebrachten Verminderung des Stärkemehlgehaltes zugeschrieben; daß eine solche stattfindet, ist

*) Vergleiche Band I, Seite 297.

zwar richtig, allein sie findet nicht in dem Maße statt, daß die trockenfaulen Kartoffeln nicht noch ein recht werthvolles Material zur Spiritusgewinnung abgeben würden. Nach einer von Lauenstein ausgeführten Analyse betrug der Stärkemehlgehalt trockenfauler Kartoffeln im Vergleiche mit gesunden, welche 81,75 pCt. enthielten, noch immer 71,49 pCt., und gelang es Maercker unter Anwendung zweckmäßiger Apparate, die in den trockenfaulen Kartoffeln enthaltene Stärke bis auf einen Verlust von nicht ganz 4 pCt. vollständig aufzuschließen.

Fig. 8.



Querschnitt durch eine trockenfaule Kartoffel. Vergr. 700. Nach Berich.

Tiefer eingreifend als die trockene Fäulniß ist die nasse Fäulniß der Kartoffel. Dem Aussehen nach erscheinen solche durch die ganze Masse zerstört; in Wirklichkeit ist aber die chemische Veränderung keine so weitgehende als man gewöhnlich annimmt. — Es sind wahrscheinlich sehr viele Arten von Schimmelpilze, welche sich an dem Zerstörungsgeschäfte betheiligen und müssen wir uns die Thätigkeit dieser Pilze in der Weise vorstellen, daß sie durch Bildung von chemischen Fermenten, welche mit den diastatischen Fermenten in Beziehung stehen, zuerst auf den Inhalt gewisser stärkeführender Zellen verflüssigend wirken und aus demselben ihren eigenen Organismus aufbauen. — Daß in diesem Falle immer eine gewisse Menge von Substanz vollkommen zerstört werde, ist

wohl nicht zu bezweifeln. Nach Korschelt*) verwendet man sogar in Japan zum Zwecke der Darstellung des dort bereiteten Bieres an Stelle des Malzes eine fermentirende Masse, welche dadurch dargestellt wird, daß man die Sporen von Eurotium oryzea in verkleistertem warmen Reis zur Entwicklung bringt und wirkt die Masse ähnlich wie Malzauszug verflüssigend auf die Stärke, muß somit ein dem diastatischen ähnliches Ferment enthalten, welches von Korschelt als Eurotin benannt wird. Durch die Naßfäule finden zwar immer gewisse Verluste an Stärkemehl statt, welche aber, wenn die Faulniß nicht zu weit vorgeschritten ist, keine sehr großen sind.

Nach Reinke und Berthold**) geht bei weit vorgeschrittener Naßfäule das ganze innere Gewebe der Kartoffel in einen weißgelben Brei über, indem die Wandungen der Zellen zerstört werden und der flüssige Zellinhalt austritt. In letzterem schwimmen die Stärkekörner, welche erst später angegriffen werden. Elsner***) schlägt vor, die stärkehaltende Flüssigkeit von den Kartoffelschalen durch Pressen zu trennen und zu trocknen, was aber in der Praxis wohl kaum ausführbar sein dürfte, und macht ferner den Vorschlag, trockenfaul gewordene Kartoffeln durch Begießen mit Wasser in naßfaule zu verwandeln, um durch die zerstörende Wirkung des Pilzes auf die Zellhüllen das Verarbeiten solcher Kartoffeln zu erleichtern.

Kartoffeln, welche von der trockenen oder nassen Faulniß befallen werden, sind als Nahrungsmittel gänzlich unbrauchbar und selbst nur dann, wenn das Uebel erst in der Entwicklung begriffen ist, als Viehfutter verwendbar. Der einzige Weg zur Ausnutzung solcher Kartoffeln ist somit derjenige, sie auf Spiritus zu verarbeiten und hat man mit Recht in neuerer Zeit die Wichtigkeit dieses Umstandes besonders betont. Kartoffeln, welche längere Zeit aufbewahrt werden, entlassen fortwährend Wasser in Dampfform und schwindet hierdurch das Gewicht der Kartoffeln, ohne daß jedoch ihr innerer Werth verringert würde. Ein absoluter Verlust an Stärkemehl findet aber auch bei ganz gesund gebliebenen Kartoffeln in Folge des Lebensprocesses statt. Das Stärkemehl wird zum Theile in lösliche Verbindungen umgewandelt, von welch' letzteren ein Theil vollständig zu Kohlensäure und Wasser oxydirt wird. Daß bei langem Aufbewahren der Kartoffel, namentlich in feuchtwarmen Räumen, somit unter Verhältnissen, die mit jenen Aehnlichkeit haben, welche die Kartoffel beim Auskeimen im Boden vorfindet, sehr namhafte Mengen von Stärkemehl durch directe Oxydation verloren gehen können, erhellt aus einer von Nobbe mit sächsischen Zwiebelkartoffeln, welche unter verschiedenen Verhältnissen durch 6 Monate aufbewahrt wurden, vorgenommenen Untersuchung:

Aufbewahrungsart:	Es blieben von 100 Stärkemehl übrig:
hell, trocken, kühl	87,8
hell, trocken, warm	59,0

*) Dinglers Journal. Bd. 230. Seite 76.

**) Untersuchungen an dem botanischen Institute in Göttingen 1879.

***) Elsner: Chem.-techn. Mittheilungen 1879—80.

hell, feucht. kühl	65,0
hell, feucht, warm	50,8
dunkel, trocken, kühl	60,4
dunkel, trocken, warm	60,9
dunkel, feucht, kühl	64,6
dunkel, feucht, warm	54,4

Aus diesen Zahlen läßt sich sehr einfach die Art und Weise ableiten, in welcher die Kartoffeln aufzubewahren sind; wir finden die größten Verluste an Stärkemehl, welche bis nahezu die Hälfte des ursprünglichen Stärkegehaltes betragen, wenn die Kartoffeln in feuchten, warmen Räumen aufbewahrt werden, die geringsten in dem Falle, daß die Aufbewahrung in trockenen, kühlen Räumen stattfindet. Für kleinere Mengen von Kartoffeln dürften daher Dachböden der geeignetste Aufbewahrungsort sein, nachdem, wie oben gezeigt, das Frieren der Kartoffel für die Zwecke der Spiritusfabrikation nicht von nachtheiligen Folgen begleitet ist. Große Mengen werden wohl am zweckmäßigsten in Gruben (Miethen) von etwa 1 Meter Tiefe verwahrt, mit Erde bedeckt und möglichst gegen das Zutreten von Feuchtigkeit geschützt. Nachdem durch den Oxydationsproceß, welcher sich auch in den gesunden Kartoffeln vollzieht, stets Wärme entwickelt wird, und dies bei Gegenwart von Feuchtigkeit zu großen Verlusten an Stärkemehl führen könnte, ist es von Wichtigkeit, oft die Temperatur der Kartoffel mittels eines langen Thermometers zu untersuchen.

Zeigt das Thermometer eine Temperatur an, welche merklich höher ist, als jene der Erde in der gleichen Tiefe, so ist hierdurch auch die Andeutung gegeben, daß man durch theilweises Abtragen der Miethe eine Verminderung der Temperatur herbeizuführen habe. Durch Anbringung einiger Züge von Drainröhren, welche bis an die Erdoberfläche reichen und für gewöhnlich geschlossen sind, ist es ebenfalls möglich die Temperatur zu reguliren; steigt zu Anfang des Winters die Temperatur in der Miethe zu stark, so öffnet man die Drainröhren und bewirkt durch den Strom kühler Luft, welcher in selbe eindringt, das Sinken der Temperatur.

Die Getreidearten.

Die verschiedenen Getreidearten, welche in den gährungstechnischen Gewerben zur Anwendung kommen, wurden schon im II. Bande dieses Werkes*) sowohl in botanischer als chemischer Beziehung eingehend beschrieben und können wir uns hier auf das wichtigste über dieselben beschränken. Für die Zwecke der Spiritusfabrikation aus stärkemehlhaltigen Materialien bildet Getreide in gewisser Form: gemalztes Getreide, einen unentbehrlichen Körper, indem es jene Stoffe (Diastase) enthält, durch welche die Umwandlung der Stärke in Zucker bewirkt wird.

*) Die Fabrikation von Malz, Malz-Extrakt und Dextrin.

Die Getreidearten enthalten drei Hauptgruppen von Verbindungen, welche besonders ins Auge zu fassen sind, und zwar: 1. Kohlehydrate, unter welchen das Stärkemehl in größter Menge vorkommt; 2. Stickstoffhaltige, in die Reihe der Albuminate zu rechnende Körper, und 3. Aschensalze, unter welchen besonders die Phosphate hervorzuheben sind. Von diesen Körpern haben die Kohlehydrate, als Körper, welche in Alkohol übergeführt werden können, directe Bedeutung für die Spiritusfabrikation. Die stickstoffhaltigen Körper sind als Material zur Bildung von Diastase im Malze und als Nährstoffe der Hefe bei der Gährung wichtig. Die Nährsalze wirken ebenfalls in dem letztangedeuteten Sinne.

Nachdem aber erfahrungsgemäß eine gewisse Menge von Diastase hinreichend ist, eine sehr große Menge von Stärkemehl zu verzuckern und auch geringe Mengen von stickstoffhaltigen Körpern und Phosphaten zur Ernährung der Hefe genügen, welche die Vergährung der Maischen bewirkt, so wendet man häufig neben Getreide resp. Malz noch solche Materialien an, welche als Stärkelieferanten anzusehen sind (Kartoffeln), um hierdurch die Verluste, welche dadurch entstehen, daß die werthvollen stickstoffhaltigen Bestandtheile des Getreides in der Schlämpe geringeren Werth erhalten, zu vermindern.

Wir lassen nachstehend die Zusammenstellung von Mittelwerthen der wichtigsten in den Getreidesamen enthaltenen Körper folgen, um die Vertheilung der einzelnen Körper zu versinnlichen:

In 100 Theilen	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Mais	Reis	Mittel
Eiweißkörper	13,537	10,749	12,265	9,043	7,914	5,069	9,803
Zellstoff	3,239	4,963	9,748	11,649	5,254	1,018	6,002
Stärkemehl	56,869	55,519	48,264	50,337	63,744	82,296	59,745
Dextrin	4,669	8,450	9,955	49,650	2,347	0,984	4,300
Zucker	4,847	2,876		65,410	1,854	0,173	3,271
Fett	1,854	2,109	2,631	3,990	4,837	0,755	2,707
Extractivstoffe	—	—	—	—	0,749	—	0,125
Gesammtmenge d. Salze	1,996	1,461	2,655	2,594	1,287	0,501	1,756
Kali	0,446	0,341	0,355	0,340	0,396	0,101	0,316
Natron	0,191	0,183	0,195	0,240		0,013	0,121
Kalk	0,057	0,077	0,065	0,089	0,016	0,035	0,056
Magnesia	0,221	0,161	0,179	0,196	0,220	0,021	0,016
Eisenoxyd	0,019	0,021	0,038	0,026	—	0,012	0,019
Phosphorsäure	0,998	0,656	1,132	0,493	0,645	0,312	0,707
Schwefelsäure	0,002	0,005	0,005	0,016	—	—	0,005
Kieselsäure	0,021	0,017	0,686	0,141	0,010	0,007	0,559
Chlornatrium	0,041	—	—	—	—	—	0,007
Wasser	12,994	13,873	14,482	10,881	12,014	12,241	12,291

Wenn Getreide für sich allein als Material zur Spiritusfabrikation verwendet werden soll, so wird offenbar jenes Getreide das hierfür geeignetste sein,

welches die größte Menge von Stärkemehl enthält, und ist in dieser Beziehung der Reis das werthvollste. Es enthält nämlich

Reis	82,296 pCt.	Stärkemehl.
Mais	63,744 „	„
Weizen . . .	56,864 „	„
Roggen . . .	55,519 „	„
Hafer	50,337 „	„
Gerste	48,264 „	„

Krocker stellt als Grenzwerthe für den Stärkegehalt der Getreidearten (bei 100 Graden getrocknete Substanz) folgende Zahlen auf:

Talaverraweizen	55,92	56,29
Sandomirweizen	53,06	51,84
Whittingtonweizen	53,83	52,92
Staudenroggen von Hohenheim	45,39	44,80
Schilfroggen „ „	47,71	47,31
Rispenhafer „ „	27,93	36,90
Kamtschatkahafer	39,55	40,17
Jerusalemgerste	42,60	42,03
Mais	65,88	66,80
Reis	85,78	86,60

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, daß Reis und Mais die an Stärkemehl reichsten Getreidearten sind und sich darum auch vorzugsweise zur Spiritusfabrikation eignen. Es wird nun auch Reis sowohl in den südlichen Ländern Europa's als auch in Nordamerika in großen Mengen verarbeitet und wird die Verwendung des Maises für die Zwecke der Spiritusfabrikation in Ungarn und Amerika eine immer ausgedehntere, indem diese Getreideart neben der reichen Ausbeute an Alkohol außerdem noch Schlämpe liefert, welche von bedeutendem Nährwerthe ist. Der zu Nahrungszwecken bestimmte Reis kommt bekanntlich im entschälten Zustande in den Handel; die sich beim Entschälen ergebende Reiskleie, welche noch immer verhältnißmäßig reich an Stärkemehl ist, wird in zweckmäßigster Weise in der Weise verwerthet, daß man sie zur Fabrikation von Spiritus benutzt. Es enthält Reiskleie nach drei von Maercker ausgeführten Analysen:

	I.	II.	III.
Feuchtigkeit	9,72	10,64	10,00
Fett	12,02	15,36	17,28
Asche	8,60	10,98	11,74
Proteïnstoffe	11,56	11,31	13,94
Holzfaser	7,23	11,97	10,83
Stärkemehl	47,02	34,49	30,82
Stickstofffreie Extractivstoffe	3,85	5,25	5,39

Die sich aus den Kleien ergebende Schlämpe ist nach Maercker besonders durch ihren hohen Fettgehalt als Fütterungsmaterial von Werth.

Daß die Gerste in großen Mengen in der Spiritusfabrikation verarbeitet wird, hat seinen Grund nicht in dem verhältnißmäßig sehr geringen Stärkegehalt dieser Getreideart, sondern in der besondern Eignung derselben zur Darstellung von Malz.

Der Buchweizen.

Der Buchweizen, Polygonum fagopyrum, ist in manchen Gegenden eine häufig cultivirte Pflanze, deren Samen in Folge ihres Reichthums an Stärkemehl ein zur Spiritusgewinnung sehr geeignetes Material geben. Nach Gunning, Weiske und Wildt enthält Buchweizen:

	Wasser	Eiweiß	Fett	Stickstofffreie Extractive	Rohfaser	Asche	Nach
Friesisches Mehl . .	15,39	9,96	1,98	59,84	11,75	1,08	Gunning
Französisches „ . . .	15,29	9,16	1,96	61,35	11,29	0,94	
Holsteinisches „ . . .	15,17	8,60	1,63	62,62	8,63	0,82	
Tartarischer Buchweizen .	10,57	10,69	61,10		14,96	2,68	Weiske und Wildt
Gewöhnlicher „ .	9,57	10,75	61,39		15,55	2,74	
Schottischer „ .	10,62	11,19	53,58		20,01	4,60	

Die Roßkastanien.

Die Früchte des Roßkastanienbaumes, Aesculus hippocastanum, finden bis nun nur wenig Anwendung, in manchen Gegenden werden sie gesammelt und als Futter für Hirsche in Thiergärten benutzt. An Orten, an welchen der Kastanienbaum häufig gepflanzt wird, ließen sich aber leicht größere Mengen von Früchten sammeln und wegen ihres ziemlich hohen Gehaltes an Stärkemehl mit Vortheil auf Spiritus verarbeiten. Nach Dietrich und König enthalten die Roßkastanien:

	Geschält	Ungeschält
Wasser	48,98	48,89
Stickstoffhaltige Substanz .	3,13	6,28
Fett	2,12	1,54
Stickstofffreie Extractive . .	43,17	39,59
Holzfaser	0,80	2,02
Asche	1,80	1,59

Um die Roßkastanien auf Spiritus verarbeiten zu können, müssen dieselben geschält und zur Aufbewahrung so weit gedarrt werden, daß sie nicht mehr schimmlig werden. Um die bitter und herbe schmeckenden Stoffe zu entfernen, welche die Kastanien enthalten und nach Einigen die Kastanienschlämpe ungeeignet als Viehfutter machen, während nach Anderen die Gegenwart dieser Stoffe belanglos ist, könnte man

die Kastanien vor dem Dämpfen mit kaltem Wasser behandeln, in welchem sich die bitteren Stoffe leicht lösen.

Neben den bis nun genannten Rohmaterialien kann man begreiflicher Weise jeden Pflanzenstoff, welcher eine genügende Menge von Stärkemehl enthält, zur Alkoholgewinnung verwenden, und hat man schon Versuche in größerem Maßstabe mit Buchweizen, Queckenwurzel (Triticum repens), Hirse u. s. w. angestellt, welche zur Befriedigung ausfielen. — Darüber, ob irgend ein stärkemehlhaltiger Körper fabriksmäßig auf Spiritus verarbeitet werden kann, entscheidet selbstverständlich der Kostenpunkt und der Umstand, ob das Material auch in genügender Menge zur Verfügung steht.

Die Flechten.

Das Rennthiermoos, Cladonia rangifera, und das s. g. isländische Moos, Cetraria islandica, welch' letztere auch in unseren Gegenden, besonders häufig aber in den nördlichen Ländern, vorkommt, enthalten nur wenig Stärkemehl, aber eine große Menge eines Kohlehydrates: Amylo-Cellulose, welches durch Kochen mit verdünnten Säuren in gährungsfähigen Zucker umgesetzt wird. Das Rennthiermoos enthält nach A. Müller:

Wasser	9,5
Proteïnstoffe . . .	2,6
Fett	1,4
Holzfaser-Cellulose .	13,4
Stärke Amylo-Cellulose .	72,1
Asche	1,0
	100,0

Die zuckerhaltigen Rohmaterialien.

Die Zahl jener für die Zwecke der Spiritusfabrikation verwendbaren Materialien, welche Zucker enthalten, ist eine sehr große und kann man im weitesten Sinne des Wortes alle süßen Früchte, Stengel, Wurzeln und Pflanzensäfte hierher rechnen; es ist ebenso gut möglich aus Pfirsichen und Feigen Spiritus zu fabriciren, wie aus den Halmen des Zuckerrohres, der Cichorienwurzel ꝛc. und den süßen Säften gewisser Ahornarten. Thatsächlich wird in beschränktem Maße aus gewissen Früchten Branntwein gewonnen (z. B. aus Kirschen, Weichseln, Pflaumen) oder stellt man aus dem Safte des Zuckerrohres, wenn auch auf indirectem Wege, Branntwein dar. Diese Fabrikationszweige sind aber auf gewisse Oertlichkeiten beschränkt und ist die Zahl jener zuckerhaltigen Materialien, aus welchen im großen Maßstabe Spiritus gewonnen wird, eine sehr beschränkte, indem vorzugsweise nur Zuckerrüben und Melasse in Betracht zu ziehen sind.

Die Verarbeitung der zuckerhaltigen Rohmaterialien bietet die Bequemlichkeit dar, daß man nicht durch langwierige Vorarbeiten Zucker zu bilden noth-

wendig hat, indem derselbe schon fertig gebildet vorhanden ist; in vielen Fällen ist aber der Zucker, welchen man in dem Materiale erhält, nicht direct gährungsfähig, sondern mehr durch Inversion in solchen verwandelt worden.

Die Zuckerrüben.

Die Zuckerrüben, deren man sich zur Fabrikation des Rohrzuckers bedient, werden auch häufig zur Fabrikation von Spiritus verwendet. Der in den Zuckerrüben enthaltene Zucker besteht zum größten Theile aus Rohrzucker, welcher erst nach erfolgter Inversion gährungsfähig ist. Neben mehreren Zuckerarten hat man in den Zuckerrüben noch eine große Reihe anderer Stoffe nachgewiesen, welche theils organische Säuren (Oxal-, Aepfel-, Weinsäure ꝛc.) sind, theils aus complicirt zusammengesetzten Verbindungen bestehen, wie das Betain u. a. m., die aber für die Zwecke des Spiritusfabrikanten wenig in Betracht kommen. Für diesen wird der Werth der Zuckerrüben durch den Gehalt an Zucker bedingt und ist derselbe in verschiedenen Jahren sehr verschieden, so daß man Schwankungen zwischen 4,21 und 18,63 pCt. im Zuckergehalte beobachtet hat; im Mittel läßt sich ein Zuckergehalt von 12,5 pCt. als der normale annehmen.

Bei so außerordentlich schwankenden Verhältnissen in Bezug auf die Mengen von Zucker, welche sich in den Rüben vorfinden, muß es immer von dem Ergebnisse der Untersuchung abhängig gemacht werden, in welcher Weise die Rüben verarbeitet werden sollen, und hängt die endgültige Entscheidung noch außerdem von merkantilen Verhältnissen ab.

Die Melasse.

Bei der Fabrikation des Rohrzuckers aus Zuckerrüben nach älteren Methoden ergiebt sich immer eine gewisse Menge einer dicken, meist alkalisch reagirenden Flüssigkeit von dunkelbrauner Farbe: die Melasse. Die Melasse enthält neben krystallisirbarem und nicht krystallisirbarem Zucker noch eine große Zahl von Körpern, welche entweder unverändert gebliebene Bestandtheile der Rübe selbst, theils durch verschiedene Umsetzungsprocesse neu entstanden sind. Nachdem sich in der Melasse auch die Gesammtmenge der in den Rüben vorhanden gewesenen Mineralbestandtheile vorfinden, ist es von Wichtigkeit, die Rübenmelasse in der Nähe des Productionsortes auf Spiritus zu verarbeiten, um durch die zur Düngung verwendete Schlämpe dem Boden wieder die ihm entnommenen Aschenbestandtheile zurückgeben zu können.

Der Gehalt der Melasse an Zucker beträgt gegen 50 pCt. und ist demnach die Melasse das ausgiebigste unter allen Rohmaterialien, welche zur Spiritusfabrikation angewendet werden. Bodenbender*) fand folgende Werthe:

---

*) Stohmann: Zuckerfabrikation S. 398.

Zuckergehalt.	8	Proben	zwischen	35,0	bis 39,9	pCt.
	17	„	„	40,0	„ 44,9	„
	23	„	„	45,0	„ 49,9	„
	31	„	„	50,0	„ 55,0	„
	76		Durchschnitt	47,1	pCt.	
Wassergehalt.	10	Proben	zwischen	10,6	bis 14,9	pCt.
	29	„	„	15	„ 19,9	„
	24	„	„	20	„ 24,9	„
	5	„	„	25	„ 29,9	„
	1	„	„	—	„ 32,1	„
	69		Durchschnitt	19,8	pCt.	
Aschengehalt.	7	Proben	zwischen	7,0	bis 7,9	pCt.
	8	„	„	8,0	„ 8,9	„
	20	„	„	9,0	„ 9,9	„
	10	„	„	10,0	„ 10,9	„
	2	„	„	11,0	„ 11,9	„
	3	„	„	12,0	„ 12,9	„
	4	„	„	13,0	„ 13,6	„
	54		Durchschnitt	9,7	pCt.	
Org. Nichtzucker.	3	Proben	zwischen	15,0	bis 19,9	pCt.
	21	„	„	20,0	„ 29,9	„
	17	„	„	25,0	„ 29,9	„
	5	„	„	30,0	„ 39,9	„
	2	„	„	35,0	„ 39,9	„
	48		Durchschnitt	25,6	pCt.	

Bodenbender und Ihlée*) fanden nachstehende percentische Zusammensetzung von 16 Rübenmelassen.

Zucker	Wasser	Asche: Alkalisalze	Asche: Kalksalze	Organ. Nichtzucker	Gesammt-Stickstoff	Stickstoff als Amidosäuren
50,39	19,46	11,06	0,10	18,99	1,6929	0,3724
52,03	21,84	9,82	0,43	15,88	1,4085	0,2706
55,03	20,44	10,74	0,08	13,71	1,6054	0,7420
48,43	20,63	11,29	0,32	19,33	1,6290	0,4296
46,96	24,54	9,10	0,59	18,81	1,0164	0,4287
48,38	24,30	9,87	0,48	16,97	1,8331	0,5059
44,62	28,79	7,29	0,91	18,39	1,7441	0,3634
52,80	16,70	9,76	0,99	19,75	1,5359	0,5004
56,40	17,71	10,98	0,88	14,00	1,5512	0,1124
46,92	24,47	9,41	0,92	18,28	1,4392	0,3931
54,23	20,43	9,91	0,36	15,07	1,2795	0,2664

*) Zeitschrift für Rübenzucker-Industrie 1880 S. 647.

Zucker	Wasser	Asche: Alkalisalze	Asche: Kalksalze	Organ. Nichtzucker	Gesammt-Stickstoff	Stickstoff als Amidosäuren
51,20	22,99	9,12	0,59	16,10	1,5649	0,3552
54,39	15,89	10,64	0,17	18,91	1,3473	0,4775
49,67	17,31	9,70	0,48	22,84	1,0935	0,4162
53,23	16,26	9,82	1,43	19,26	1,7047	0,4388
48,26	22,48	9,07	0,60	19,59	1,6364	0,2598

Jene Melassen, welche sich bei der Verarbeitung des Zuckerrohrsaftes ergeben, lassen sich in ähnlicher Weise verwerthen, wie die Rübenzucker-Melassen; für europäische Verhältnisse kommen aber gegenwärtig die Zuckerrohr-Melassen wenig in Betracht, da bekanntlich der größte Theil des in Europa verbrauchten Zuckers aus Zuckerrüben dargestellt wird.

Die Topinambur.

Die Wurzelknollen der knolligen Sonnenblume Helianthus tuberosus, Topinambur, Grund- oder Erdbirnen genannt, enthalten neben directen gährungsfähigem Zucker noch die Stärkeart Inulin, welche sehr leicht in gährungsfähigen Zucker überzugehen vermag. — Nachdem die Topinambur in manchen Gegenden in ähnlicher Weise wie Kartoffel gebaut werden, hat man auch mit Erfolg versucht, sie zur Fabrikation von Spiritus zu verwenden. — Nach älteren Analysen besitzen Topinambur die nachstehende Zusammensetzung:

	Nach Payen.	Nach Herth.
Traubenzucker . .	14,70	14,96
Inulin	1,86	—
Pflanzeneiweiß .	3,12	3,68
Holzfaser . . .	1,50	3,30
Pectinsäure . .	0,92	
Pectin	0,20	
Asche	1,29	1,38
Wasser	76,04	76,68

Neßler fand im rothen und gelben Topinambur:

	Rothe Knollen: große		Rothe Knollen: kleine		Gelbe Knollen: große		Gelbe Knollen: kleine	
Specif. Gewicht	1,030		1,044		1,037		1,045	
Holzfaser . . .	2,03		2,43		1,55		2,23	
Inulin	1,34		1,33		0,87		0,99	
Zucker	4,30	14,00	5,20	14,77	5,20	15,99	4,52	13,95
Lösl. stickstofffreie Stoffe . . .	8,36		9,92		9,92		8,44	
Protein	2,24		2,25		2,07		2,26	
Asche	1,05		1,00		1,34		1,07	
Wasser	80,65		79,55		79,05		80,49	

Bei der Verarbeitung von Topinambur ist es immer räthlich, eine Zuckerbestimmung vorzunehmen, indem nach mehrfachen Versuchen der Zuckergehalt dieser Knollen sehr starken Schwankungen unterliegt.

Die Riesenmöhre.

Nach Aubert zeichnet sich diese Möhrenart, bis zu 9,6 pCt. theils aus Zucker bestehende, theils in solchen umzuwandelnde Stoffe enthaltend, durch sehr reiches Erträgniß aus (1 ha Feld soll bis 1600 Ctr. ergeben, während die gleiche Fläche höchstens 760 Ctr. Rüben hervorbringt) und eignet sich daher nach Aubert in hohem Grade als Material für die Spiritusfabrikation. Die Analyse der Riesenmöhre ergab:

Wasser	87,0
Proteïnstoffe	1,2
Fett	0,2
Stickstofffreie Extractive / Zucker und Stärke \ . .	9,6
Holzfaser	1,2
Mineralstoffe	0,8

Andere zuckerhaltige Materialien.

Die zuckerhaltigen Früchte: Kirschen, Weichsel, Pflaumen, Pfirsiche, Kornelkirchen, Wachholderbeeren, ferner frische Weintrauben-Trester können ebenfalls als Materialien zur Alkoholgewinnung dienen; in der Regel verwendet man sie aber nicht zur Spiritusfabrikation, sondern ausschließlich zur Darstellung von Branntweinen mit ganz specifischen Eigenschaften und stehen derartige Branntweine an manchen Orten hoch im Werthe. In Steiermark stellt man aus Weichseln den sogenannten Weichselgeist, in der Schweiz aus Kirschen das Kirschwasser, in Syrmien und Mähren aus Pflaumen den Slibowitz, in Dalmatien aus Pfirsichen den Maraschino, in Oesterreich aus Kornelkirschen und Wachholderbeeren Branntweine dar, welche durch geringe Mengen fremder Körper ein specifisches Bouquet besitzen und in dieser Form weit höheren Werth haben, als wenn man aus den betreffenden Materialien reinen Spiritus darstellen würde.

In weinreichen Ländern werden die noch ganz frischen Weintrester, welche immer noch eine gewisse Menge von Zucker enthalten, zur Gewinnung des Tresterbranntweines verwerthet; in Ländern, in welchen Apfelwein im Großen bereitet wird (in Oberösterreich, in der Umgebung von Frankfurt a. M., in der Normandie), können die nach dem Abpressen des Saftes hinterbleibenden Preßlinge auch zu sehr aromatisch riechendem Branntwein verarbeitet werden. In Südeuropa würden sich besonders die Feigen mit einem bis zu 62 pCt. gehenden Zuckergehalt und die Beeren des Erdbeerbaumes, Arbutus Unedo, als Materialien zur Gewinnung von Spiritus verwenden lassen.

In Ländern, deren Klima dem Anbau der Zuckerhirse (Sorghum saccharatum) und des Maises günstig ist, kann sowohl die erstere mit bis zu 15 pCt. gehendem

Zuckergehalt und der letztere im grünen Zustande mit 5—10 pCt. Zucker zur Fabrikation von Zucker verwendet werden.

In Algier stellt man aus den Früchten der Feigendistel, Cactus Opuntia, Branntwein dar; in der Heimath dieser Pflanze (Mexico) wird aus den Früchten ein weinartiges Getränk bereitet. — In den Tropenländern, in welchen es eine große Zahl von Pflanzen mit zuckerhaltigen Früchten und Säften giebt, die man daselbst zum Theile auf Wein verarbeitet (Palmenwein u. s. w.), könnte aus manchen derselben Spiritus in großem Maßstabe dargestellt werden. Der Krapp, ein zuckerhaltiges Material, aus welchem früher als Nebenproduct geringe Mengen von Alkohol gewonnen wurde, hat gegenwärtig nur mehr ein historisches Interesse, indem seit der Darstellung des Alizarin's auf künstlichem Wege der Krappbau fast ganz aufgelassen wurde.

Die alkoholhaltigen Rohmaterialien.

Die Zahl dieser Rohmaterialien, welche der Spiritusfabrikation, oder richtiger gesagt, der Branntweinbrennerei zur Verfügung stehen, ist eine ziemlich kleine und beschränkt sich auf die Producte, welche sich bei der Darstellung des Weines ergeben; wir haben in dieser Richtung zu nennen: Weintreber, welche von der Weinbereitung abfallen, Weinhefe, und endlich Weinmost.

Obwohl in Deutschland, Oesterreich, Ungarn und Italien sehr viel Wein gebaut wird und die Trester und die Weinhefe sehr vortheilhaft auf Alkohol verarbeitet werden können, wird doch nur in Frankreich und in Spanien die Ausnutzung der Rückstände von der Weinbereitung in dieser Richtung in größerem Maßstabe betrieben, und zwar in Frankreich in allen weinbautreibenden Departements, ganz besonders in der Umgebung von Cognac, in Spanien in der Provinz Catalonien.

Die Weinhefe.

Die Weinhefe oder das Weinlager, welches sich aus dem Moste während der Hauptgährung abscheidet, besteht zum größten Theile aus unlöslich gewordenen Eiweißstoffen, Hefezellen, weinsaueren Salzen und neben Alkohol aus einer Menge von flüchtigen Producten, welche man zusammen als roher Oenanthäther bezeichnen kann. Die frische Weinhefe liefert von 100 Liter eine Ausbeute von 4 bis 6 pCt. Spiritus (von 80 pCt. Tralles), welcher durch die ihm anhaftenden Fuselöle einen nicht besonders angenehmen Geruch besitzt, der aber nach längerem Lagern des Branntweins angenehmer wird. — In den Fabriken, welche sich mit der Verarbeitung von Weinhefe beschäftigen, ist der Branntwein Nebenproduct, das Hauptproduct ist Weinsäure. —

Der Wein.

Sehr geringe Weinsorten, ganz besonders aber Weine, welche in Folge fehlerhafter Behandlung ungenießbar wurden (Weine mit Essigstich, bitter ge-

wordene Rothweine), werden am zweckmäßigsten auf Weinbranntwein (Franzbranntwein oder Cognac) verarbeitet und wird diese Fabrikation in besonders ausgedehntem Maßstabe in Frankreich betrieben. Der Branntwein, welchen man durch Destillation von Wein gewinnt, riecht ganz anders und viel angenehmer als jener, welchen man aus Weinhefe darstellt; der aus frischen Trestern gewonnene Branntwein neigt in Bezug auf Geruch dem Weinbranntwein zu. Um jedoch den Tresterbranntwein, welcher aus den Weintrestern gewonnen wird, wirklich mit all' seinem Wohlgeruche zu erhalten, ist es nothwendig, die Trester unmittelbar nach dem Abpressen auf Branntwein zu verarbeiten, indem sie sonst sehr rasch in saure Gährung übergehen.

Anhang.

Das Holz als Rohmaterial in der Spiritusfabrikation.

Die Holzfaser, welche mit der Cellulose und sohin mit den Kohlehydraten überhaupt in Beziehung steht, theilt mit denselben die Eigenschaft, durch Behandlung mit stark verdünnter Schwefelsäure in gährungsfähigen Zucker überzugehen, welcher weiter in Alkohol übergeführt werden kann. Die leichte Beschaffung des Rohmateriales in Form von Holzabfällen aller Art führte schon vor längerer Zeit zu Versuchen, das Holz als Material der Spiritusfabrikation zu verwenden. Das Erhitzen des Holzes mit der Schwefelsäure muß aber bei sehr hoher Temperatur und dieser entsprechenden hohem Druck (bei 180—200° C.) vorgenommen werden, damit die Umwandlung der Holzfaser in Zucker stattfinde und machte dieser Umstand die Anwendung des Verfahrens im großen Maßstabe sowohl sehr schwierig, als auch so kostspielig, so daß man das ganze Verfahren nur als einen schönen theoretischen Versuch ansehen konnte.

Seit der Einführung der Fabrikation von sogenanntem Holzstoff oder Cellulose für die Zwecke der Papierfabrikation sind aber die Verhältnisse andere geworden und läßt sich der Darstellung von Spiritus aus Holz eine günstige Zukunft voraussagen. Durch Kochen von Holz — gewöhnlich wird hierzu das weiche Holz der Nadelbäume verwendet, — mit mäßig verdünnter Salzsäure, wird aus dem Holze die incrustirende Substanz, welche die Gefäßbündel zusammenhält, gelöst, und können sodann letztere leicht weiter auf Papiermasse (Holzstoff oder auch Cellulose genannt) verarbeitet werden.

Die saure Flüssigkeit, welche sich nach dem Kochen des Holzes mit der verdünnten Salzsäure ergiebt, enthält gährungsfähigen Zucker in Lösung (nach Payen ergeben 100 Theile wasserfreien Holzes 21,13 pCt. Zucker) und kann, nachdem man sie fast vollständig neutralisirt hat, sofort in Alkoholgährung versetzt werden. Wenn die Verhältnisse solche sind, daß die Fabrikation nicht durch die Steuergesetzgebung unmöglich gemacht wird, muß dieselbe im Großen anwendbar sein, weil die Zuckerlösung gewissermaßen als werthloses Nebenproduct gewonnen wird.

Das ölbildende Gas.

Bei der trockenen Destillation von Steinkohlen entsteht Elayl oder ölbildendes Gas; bringt man dieses mit Schwefelsäure in Berührung, so wird es von derselben lebhaft aufgenommen und entsteht Aethylschwefelsäure:

$$C_2H_4 + H_2SO_4 = C_2H_4H_2SO_4$$

Oelbildendes Gas + Schwefelsäure = Aethylschwefelsäure.

Verdünnt man die Aethylschwefelsäure mit Wasser, so zerfällt sie in Alkohol und Schwefelsäure:

$$C_2H_4H_2SO_4 + H_2O = C_2H_6O + H_2SO_4$$

Aethylschwefelsäure + Wasser = Alkohol + Schwefelsäure.

So schön nun auch der Proceß in der theoretischen Darstellung erscheint, ist er für die Ausführung im Großen bis nun nicht geeignet, indem die Kosten für das Wiedereindampfen der stark verdünnten Schwefelsäure so große sind, daß die Rentabilität dieser Fabrikationsmethode hierdurch ganz unmöglich gemacht wird. — Wenn der sogenannte Mineralspiritus, wie man diesen auf synthetischem Wege gewonnenen Alkohol auch benannt hat, wirklich im Großen darstellbar sein soll, muß jedenfalls ein ganz anderes Verfahren als das eben beschriebene für die Gewinnung desselben ausfindig gemacht werden.

Nach dem gegenwärtigen Stande der Brennereitechnik kann man als die Hauptmaterialien, welche zur Spiritusfabrikation im großen Maßstabe verwendet werden, nur die Kartoffel, die Rüben und die Melasse in erster, das Getreide in zweiter und in den Weinbau treibenden Ländern noch die Abfälle von der Weinbereitung in dritter Reihe bezüglich ihrer industriellen Wichtigkeit hinstellen. Alle anderen Materialien kommen nur in beschränktem Maße und an gewissen Orten zur Verwendung; die Großindustrie der Spiritusfabrikation ist bis nun fast ausschließlich auf die Kartoffel, die Rüben und das Getreide beschränkt.

II. Die Hülfsmaterialien in der Spiritusfabrikation.

Die zur Spiritusfabrikation dienenden Hülfsmaterialien sind in erster Reihe das Wasser und das Malz. Wasser muß angewendet werden, um das Stärkemehl in den betreffenden Rohmaterialien in jene Form zu bringen, in der es leichter der Einwirkung jener Körper, welche die Umsetzung der Stärke bewirken, zugänglich wird. Das Malz, welches zwar durch seinen eigenen Gehalt an Stärkemehl auch zu den Rohmaterialien gerechnet werden kann, dient dazu, die Umwandlung des in Form von Kartoffeln, Rohgetreide u. s. w. gegebenen Stärkemehles in gährungsfähigen Zucker zu bewerkstelligen. Nachdem die Mitwirkung dieser beiden Körper zum Zwecke der Umwandlung des Stärkemehles in Zucker nothwendig ist, kann man sie als Hülfsmaterialien bezeichnen.

Das Wasser.

Die Beschaffenheit des Wassers, welches in der Spiritusfabrik zu Gebote steht, nimmt auf den Verlauf der chemischen Processe, welche sich vollziehen müssen, um aus den Rohmaterialien Alkohol zu gewinnen, einen sehr bedeutenden Einfluß, welcher namentlich bei der Darstellung des in der Fabrik erforderlichen Grünmalzes von Wichtigkeit ist. Von der Beschaffenheit des Wassers ist die Qualität des Malzes und von dieser wieder die Ausnützung der Rohmaterialien in so hohem Grade abhängig, daß der Brennereitechniker dem ihm zur Verfügung stehenden Wasser große Aufmerksamkeit widmen muß.

Im Betriebe der Spiritusfabrikation verwendet man Wasser sowohl zum Verflüssigen der Rohmaterialien, als auch zum Quellen der Gerste, welche in Malz übergeführt werden soll. Jenes Wasser, welches für den erstgenannten Zweck dient, soll solches Wasser sein, welches von ziemlicher Reinheit ist; sehr hartes Wasser wird, wenn es zur Speisung des Dampfkessels in der Fabrik verwendet wird, dadurch unangenehm werden, daß es die oftmalige Reinigung des

Dampfkessels von Kesselstein nothwendig macht. Wenn daher das Wasser nicht zu hart und nicht durch fremde Körper stark getrübt ist, welch' letzterem Uebelstand übrigens durch Filtriren abgeholfen werden kann, so wird es für die Verarbeitung der Rohmaterialien geeignet sein.

Ganz andere Anforderungen muß man aber an jenes Wasser stellen, welches zum Einquellen der Gerste dient, die das zur Verarbeitung der Rohmaterialien erforderliche Malz liefern soll, und ist es für diesen Zweck nothwendig, sich eines sehr reinen Wassers zu bedienen, indem es sonst unmöglich ist, Malz von vollkommen entsprechenden Eigenschaften zu erhalten. Wir haben die Einwirkung, welche die Beschaffenheit des Wassers auf den Verlauf des Malzungsprocesses ausübt, schon im zweiten Bande dieses Werkes (Die Fabrikation von Malz, Seite 153 und folgende) eingehend erörtert, müssen uns hier auf das dort Gesagte beziehen, und wollen nur die Hauptpunkte dieser Auseinandersetzung kurz wiederholen.

Wasser, welches besonderen Geschmack oder Geruch zeigt, ist absolut unanwendbar, indem es entweder sehr reich an Mineralbestandtheilen ist, welche auf den Keimungsvorgang der Gerste einwirken oder eine große Menge organischer Substanz enthält. Wasser von letzterer Beschaffenheit enthält aber häufig eine so große Menge von Zersetzungsproducten organischer Substanzen, Ammoniak und salpetersaure Salze, daß auch diese sehr nachtheiligen Einfluß auf die Keimung nehmen; es ist daher unanwendbar.

Wasser, in welchem sich mit Hülfe des Mikroskopes Pilze und Infusorien nachweisen lassen, enthält auch immer eine ansehnliche Menge organischer Stoffe und deren Zersetzungsproducte, ist somit unbrauchbar.

Wasser, welches Eisensalze enthält, wirkt sehr schädlich auf den Keimungsvorgang ein; ein Gehalt des Wassers an sehr kleinen Mengen von Kochsalz, Chlorcalcium und Chlormagnesium wirkt verzögernd auf den Keimungsvorgang ein; Wasser, welches etwas größere Mengen dieser Salze enthält, ist aber dem Verlauf der Keimung im hohen Grade nachtheilig.

Ein Gehalt des Wassers an kohlensaurem Kalk und Gyps, sofern derselbe nicht jene Grenzen übersteigt, welche man für mäßig hartes Wasser annimmt, wirkt nur etwas verzögernd auf die Keimung ein, ohne schädlich zu sein.

Klares Wasser, welches einen sehr geringen Gehalt an organischen Stoffen, Ammoniak und Kochsalz besitzt, mittlere Härte und Temperatur zeigt, ist für die Zwecke der Darstellung von Malz am besten verwendbar; Wasser, welches blos durch sehr fein vertheilte anorganische Substanzen, z. B. durch Thon getrübt ist, sonst aber die oben angeführten Eigenschaften besitzt, kann durch Filtration gereinigt werden und genügen zu diesem Zwecke Filter, welche mit Schotter und Sand gefüllt sind.

Das Malz.

Die Darstellung von Malz bildet einen besonderen Zweig der gährungstechnischen Gewerbe, welcher die Grundlage aller anderen, die sich mit der

Verarbeitung stärkemehlhaltiger Materialien beschäftigen (Bierbrauerei, Spiritus- und Preßhefe-Fabrikation) ausmacht, und wurde die Fabrikation von Malz schon ausführlich im zweiten Bande dieses Werkes behandelt; wir verweisen unsere Leser auf denselben und erörtern hier nur einige Fragen, welche sich besonders auf das von den Spiritusfabrikanten verwendete Malz beziehen.

Malz im allgemeinen ist Getreide, welches bis zu einem bestimmten Grade gekeimt ist und in welchem sich in Folge der hierbei stattfindenden chemischen Processe die größtmöglichen Mengen jener Körper gebildet haben, die man als Diastase bezeichnet und welchen die Eigenschaft zukommt, Stärkemehl in gährungsfähigen Zucker zu verwandeln.

Man unterscheidet verschiedene Sorten von Malz und zwar: Grünmalz, Luftmalz, Branntwein-Darrmalz und Braumalz, und zeigen diese Malzgattungen Eigenschaften, welche sehr von einander abweichen. Als Grünmalz bezeichnet man Malz, bei welchem der Keimungsvorgang bis zu einer gewissen durch die Erfahrung festgesetzten Grenze gediehen ist und welches unmittelbar zur Verarbeitung kommt.

Luftmalz ist solches, welches nach genügend langer Keimungsdauer bei möglichst niederer Temperatur soweit getrocknet wurde, daß es sich, ohne weitere Veränderungen zu erleiden, durch einige Zeit aufbewahren läßt; die zum Trocknen angewendete Temperatur darf 42° C. nicht übersteigen.

Darrmalz ist Malz, welches einer Temperatur ausgesetzt wurde, die 65° C. nicht übersteigen soll; diese Malzsorte unterscheidet sich in ihren Eigenschaften sehr wesentlich von dem Grün- und Luftmalze und macht man bezüglich der Verwendung des Darrmalzes einen Unterschied zwischen Branntwein-Darrmalz und Braumalz; das richtige Verständniß dieses Unterschiedes bildet einen höchst wichtigen Punkt in der Lehre von den Gährungsgewerben; derselbe muß somit hier etwas eingehender besprochen werden.

Wie oben angedeutet wurde, ist der Hauptzweck, welchen man bei der Fabrikation von Malz zu erreichen strebt, der: „Diastase" zu bilden und zwar in der größtmöglichen Menge, und ist dieser Zweck der alleinige, welchen der Spiritusfabrikant zu erlangen wünscht. Malz, welches für Brauzwecke dienen soll, muß aber neben Diastase noch eine Reihe von aromatischen Körpern enthalten, welche auf die Eigenschaften des aus diesem Malze zu erzielenden Bieres großen Einfluß nehmen.

Bei der Darstellung von Braumalz bewirkt man die Entstehung dieser aromatischen Körper dadurch, daß man das Malz allmälig bis auf 65° erhitzt — darrt. Bei Malz, welches man nur bis zu 45° erhitzt hat, so zeigt sich noch kaum der Beginn dieser Umsetzungen, und sollte man bei der Bereitung von Darrmalz für die Zwecke der Spiritusfabrikation nie über diese Grenze hinausgehen, indem sonst das Malz unbedingt eine Schädigung in seinen Eigenschaften erleidet.

Es ist nämlich festgestellt, daß die „Diastase" im Malze an Wirksamkeit verliert, wenn man das Darren bei höherer Temperatur vornimmt, das heißt: daß ein gewisses Quantum Malz immer kleinere Mengen von Stärkemehl in Zucker überzuführen vermag, je höher man die Temperatur beim Darren gesteigert hat; beim Erhitzen des Malzes bis höchstens 45° C. soll keine oder doch nur eine höchst geringe Verminderung der Wirksamkeit der Diastase stattfinden.

Daß man Malz, welches für die Zwecke der Spiritusfabrikation bestimmt ist, überhaupt dem Darren unterwirft, findet seine Begründung darin, daß sich gedarrtes Malz durch längere Zeit aufbewahren läßt, als solches, welches man durch einfaches Trocknen in Luftmalz verwandelt hat. Selbst aber das vorsichtigst ausgeführte Darren des Malzes scheint eine vermindernde Wirksamkeit der Diastase zu bedingen und kann nur aus dem Grunde gutgeheißen werden, weil es bis nun das einzige Verfahren ist, durch welches wir im Stande sind, Malz aufzubewahren, ohne daß es nachtheiligen Veränderungen unterliegt.

Nach dem eben Gesagten ergiebt sich von selbst, daß Spiritusmalz und Braumalz zwei von einander völlig verschiedene Körper und nur für die betreffenden Industrien brauchbar sind. — Der Bierbrauer kann Spiritusmalz nicht anwenden, weil in demselben die aromatischen Stoffe fehlen, welche im Biere vorhanden sein müssen; der Spiritusfabrikant kann sich des Braumalzes nicht — oder doch nicht mit Vortheil — bedienen, weil dasselbe immer nur eine gewisse Menge von wirksamer Diastase enthält und die Gegenwart der aromatischen Körper im vorliegenden Falle ohne allen Werth ist.

Die Frage: Welche Malzart ist für die Zwecke der Spiritusfabrikation die geeignetste? ist leicht zu beantworten. Offenbar jene, welche die größte Menge wirksamer Diastase enthält. Die größte Menge von Diastase findet sich aber im Grünmalze und ist diese Malzart von theoretischem Standpunkte aus betrachtet, diejenige, welche ausschließlich in der Spiritusfabrikation zur Anwendung gebracht werden sollte.

Da aber das Grünmalz seiner großen Veränderlichkeit wegen immer von neuem dargestellt werden muß, verwenden die Fabrikanten auch Luft- und Darrmalz, von welchem größere Mengen auf einmal bereitet und durch längere Zeit aufbewahrt werden können; es darf aber im Interesse der Erhaltung der vollen Wirksamkeit der Diastase das Darren stets nur bei geringer Wärme, welche 45° C. nie übersteigen darf, vorgenommen werden. — Wie außerordentlich groß schon die Unterschiede zwischen der Wirksamkeit des Grünmalzes und des selbst bei niederer Temparatur gedarrten Malzes sind, erhellt daraus, daß zur Ueberführung desselben Stärkequantums in Zucker beinahe die doppelte Menge Darrmalz im Vergleich mit Grünmalz nothwendig ist.

Im Durchschnitte liefern nämlich 150 Theile Grünmalz 80 Theile Darrmalz; wenn beide Malzgattungen von gleicher Wirksamkeit wären, würden 100 Theile Grünmalz genau 53⅓ Theilen Darrmalz entsprechen und müßten diese 53⅓ Theile Darrmalz im Stande sein, eben so viel Stärke in Zucker zu ver-

wandeln, als die 100 Theile Grünmalz. — Um aber dieſen Zweck zu erreichen, bedarf man, wie der Verſuch beweiſt, gleichfalls 100 Theile Darrmalz, ſo daß ſich die Wirkſamkeit der Diaſtaſe im Grünmalze = 100 geſetzt jene der Diaſtaſe im Darrmalze nur auf wenig über 50 beziffert. Dieſe Zahlen gelten für Darrmalz, welches bei einer 45° C. überſteigenden Temperatur gedarrt wurde; bis zu dieſer Temperaturgrenze, ſoll, wie ſchon oben bemerkt wurde, noch keine Schwächung der Wirkſamkeit wahrnehmbar ſein, was für Malz, welches abſolut genau zwiſchen 42 ÷ 45° C gedarrt wurde, wohl der Fall ſein mag; eine ſolche abſolute Genauigkeit in der Einhaltung einer beſtimmten Temperatur, iſt aber in der Praxis kaum erzielbar und kann ein Ueberſchreiten derſelben um einige Grade ſchon eine Schwächung der Diaſtaſe in dem angegebenen Maße zur Folge haben. Man kann daher mit Recht ſagen, daß es für den Spiritusfabrikanten geradezu Gebot ſein müſſe, ſich des Darrmalzes nur im Nothfalle zu bedienen und ſo viel möglich, nur mit Grünmalz zu arbeiten.

Es ſoll daher in jeder zweckmäßig eingerichteten Brennerei unbedingt eine Malztenne vorhanden ſein, deren Temperatur niedrig genug iſt, um während des größten Theiles des Jahres die Darſtellung von Grünmalz zu geſtatten. Die Auslagen, welche durch die vermehrte Arbeit entſtehen, finden reichlich ihre Deckung in dem verringerten Gebrauch an Malz und in der Erſparniß an Brennmaterial, welches beim Darren aufgewendet werden muß. Selbſt während der Jahreszeit, in welcher die Temperatur ſchon jener Grenze nahekommt, welche die Erzielung eines kräftigen Grünmalzes unmöglich macht, kann ſich der Spiritusfabrikant durch Anwendung von Conſervirungsmitteln das Grünmalz für eine gewiſſe Zeit erhalten oder bei raſch ſteigender Temperatur der Luft daſſelbe in Luftmalz verwandeln. Erſt wenn die Jahreszeit ſoweit vorgerückt iſt, daß abſolut kein friſches Malz mehr zu haben iſt und auch das Luftmalz für die Zeit nicht mehr ausreichen würde, ſoll man zur Anwendung von Darrmalz greifen.

Die Darſtellung von Malz für die Zwecke der Spiritusfabrikation.

Die Darſtellung des Malzes, ſowohl für die Zwecke der Fabrikation von Bier als auch von Spiritus, fällt bis zu einem gewiſſen Punkte in eins zuſammen und liegt dieſer Grenzpunkt in dem Augenblicke, in welchem die Würzelchen des keimenden Getreides eine Länge erreicht haben, welche beiläufig $1^1/_2$ von der Länge des Getreidekornes beträgt.*) Iſt dieſer Zeitpunkt eingetroffen, ſo unterbricht man das Fortſchreiten des Keimens bei ſolchem Malze, welches für Brauzwecke beſtimmt iſt; Malz, welches ausſchließlich ſeines Gehaltes an Diaſtaſe wegen in der Spiritusfabrikation verwendet werden ſoll, läßt man in der Regel ſo lange keimen, bis die Würzelchen die ein und einhalbfache Länge der Getreidekörner erlangt haben, indem hierbei die größtmögliche Menge von diaſtatiſchen Körpern gebildet wird.

*) Band II Seite 233.

Während man früher unter „Malz" ausschließlich solches Malz verstand, welches aus Gerste dargestellt wurde, und in der Bierbrauerei auch jetzt noch immer unter „Malz" Gerstenmalz versteht, fängt man in der Spiritusfabrikation gegenwärtig immer mehr und mehr an, neben Gerstenmalz auch das Malz anderer Getreidegattungen darzustellen, man malzt jetzt sowohl Roggen, Hafer, Mais und Reis und erzielt mit Hülfe dieses Malzes höhere Ausbeuten an Alkohol als unter Anwendung des rohen Getreides. Nachdem beim Keimungsproceß nicht nur Diastase gebildet wird, sondern auch solche Veränderungen in der Structur des Getreidekornes stattfinden, daß das in letzterem enthaltene Stärkemehl leichter und vollständiger aufgeschlossen wird, so ist die höhere Ausbeute, welche bei Anwendung von gemalztem oder auch nur bis zu einem gewissen Grade angekeimtem Getreide erzielt wird, hieraus erklärlich.

Die Bedingungen für das Quellen und Keimen des Getreides bei der Darstellung von Malz sind selbstverständlich von der Natur des in Arbeit genommenen Materials abhängig und werden beim Reis andere sein als bei der Gerste oder dem Mais und wollen wir daher die bei der Darstellung von Malz aus verschiedenen Getreidearten einzuschlagenden Wege in Kürze schildern, soweit sie von dem Verfahren der Gerstenmalzbereitung abweichen. Die Arbeiten der Malzbereitung, mit welchem Getreide man dieselben auch vornimmt, zerfallen bekanntlich in das Quellen, Keimen und in das Darren und hängt das Gelingen derselben von der genauen Beobachtung der Vorgänge ab. Das Quellen hat den Zweck, dem Getreidekorn jene Mengen von Wasser zuzuführen, deren es bedarf, damit überhaupt der Keimungsproceß in Gang komme. Bei der Verarbeitung von Gerste, welche für Brauzwecke dienendes Malz liefern soll, beabsichtigt man beim Einquellen auch gewisse Bestandtheile aus den Schalen der Gerste zu beseitigen, indem diese Körper den Geschmack des Bieres in nachtheiliger Weise beeinflussen würden; bei Malz, welcher für Brennereizwecke bestimmt ist, entfällt dieser Zweck vollständig.

Es ist bekannt, daß Gerste von verschiedener Qualität auch verschieden lange braucht, bis sie quellreif geworden, das heißt die genügende Wassermenge aufgenommen hat; da ein zu lange oder zu kurze Zeit dauerndes Einquellen nachtheilig auf den Verlauf der Keimung einwirkt, soll daher nur Gerste einerle Qualität auf einmal in Arbeit genommen werden. Zur Darstellung von Branntweinmalz, welches eine Zeitlang in möglichst frischem Zustande aufbewahrt werden soll, verwende man am besten Gerste, die sehr rein, d. h. möglichst frei von ihr anhängenden Pilzparasiten sei, welche bei der Aufbewahrung des Malzes die gefährliche Schimmelwucherung nach sich ziehen können. Da es aber nur durch sorgfältiges Waschen der Gerste möglich ist, die Parasiten ziemlich vollständig zu beseitigen, so erscheint es angezeigt, dieselben schon vor Beginn des Keimens zu tödten.

Man kann dies erzielen, indem man die schon vollkommen quellreife Gerste mit einer Lösung von Salicylsäure in Wasser (5 bis 6000 Wasser und 1 Theil Salicylsäure) übergießt und durch kurze Zeit mit derselben in Berührung läßt.

Die Salicylsäure tödtet die der Gerste anhaftenden Fermente in kürzester Zeit und wird von den vollkommen quellreifen Körnern kaum etwas von der Säure aufgenommen. Bei der angegebenen Verdünnung findet wenigstens kein nachweisbarer Einfluß der Salicylsäure auf den Gährungsvorgang statt. Die ungemein geringen Mengen von Salicylsäure, welche auf der Oberfläche der Gerstenkörner hinterbleiben, sind ausreichend, um die so gefährliche Entwickelung von Schimmel während des Keimungsprocesses hintanzuhalten und ist man durch Anwendung dieses einfachen Mittels in den Stand gesetzt, das Malz auch nach beendeter Keimung durch geraume Zeit unverändert zu erhalten.

Die Menge der während des Malzens entstehenden Diastase ist erfahrungsmäßig dann am größten, wenn der Keimungsvorgang möglichst langsam vor sich geht und liegt das einfachste Mittel zur Verlangsamung dieses Processes in der Einhaltung einer niederen Temperatur während des Keimens. Man soll daher nur unmittelbar, nachdem die quellreife Gerste auf die Malztenne gebracht worden, dieselbe in höhere Haufen setzen, um durch die Temperaturerhöhung im Innern der Haufen den Keimungsvorgang einzuleiten, sobald derselbe aber begonnen, die Haufen sofort flach ausbreiten und die Keimung zwischen 15 und 17,5° C. (12—14° R.) verlaufen lassen, um sie, nachdem die Wurzelkeime die anderthalbfache Länge des Kornes erreicht haben, durch Austrocknen zu unterbrechen.

Die eben angegebenen Verhältnisse sind jene, welche als die günstigsten zu bezeichnen sind, wenn es sich darum handelt, Malz aus Gerste darzustellen; für andere Getreidearten liegen aber die Verhältnisse etwas anders, indem die verschiedenen Getreidearten bei sehr wechselnden Temperaturen am besten keimen.

Nach den Versuchen von Haberlandt*) findet die Keimung von Weizen, Roggen, Gerste und Hafer am vollkommensten bei einer Temperatur von etwa 25° C. statt, das heißt, es bildet sich der Keim am raschesten bei dieser Temperatur aus, ohne daß jedoch bei Einhaltung dieser Temperatur die größte Menge von Diastase gebildet würde; letztere findet, wie oben angegeben, zwischen 15 und 17,5 — höchstens 20° C. statt und hält man aus diesem Grunde in der Praxis diese Temperaturen während des Keimens ein.

Mais und Reis sind Getreidearten, welche in südlicheren Ländern heimisch sind, und liegt für diese Getreide die Temperatur bei welcher die Keimung am besten vor sich geht, etwas höher. Haberlandt ermittelte dieselbe zwischen 31 und 37,5° C. für Mais; für Reis, der erst in Ländern gedeiht, welche eine höhere Jahreswärme haben als für Mais erforderlich ist, müssen die entsprechenden Temperaturen noch höhere sein.

Wenn man daher Mais dem Malzungsproceß zu unterwerfen hat, so wird man entsprechend der höher liegenden Keimungstemperatur auch das Quellen mit etwas wärmerem Wasser vornehmen und auch den Keimungsvorgang bei höherer Temperatur verlaufen lassen, und würden sich für die Malzung von Reis diese Temperaturen noch höher stellen. Bis nun liegen über die Vorgänge bei der Kei-

*) Vergleiche Band II, Seite 104 und ff.

mung dieſer beiden Getreidearten und ihre Verwendung zur Darſtellung von Malz nur ſehr wenige Angaben vor, da man überhaupt erſt ſeit kurzer Zeit begonnen hat, aus denſelben Malz darzuſtellen.

Nach den aus der Praxis bekannt gewordenen Daten bedarf Mais eines 40 bis 50 Stunden dauernden Weichens in Waſſer bis zu 20° C., um die Quellreife zu erlangen, und darf die Temperatur in den zur Keimung aufgeſetzten niederen Haufen 30 bis 32,5° C. (24—26° R.) nicht überſteigen; das Malz wird ſo lange wachſen gelaſſen, bis der Graskeim die 3 bis 4 fache Länge des Kornes erreicht hat. Das ſo gewonnene Mais-Grünmalz iſt reich an Diaſtaſe und genügt dieſe nicht nur, um alles in dem Maiſe ſelbſt enthaltene Stärkemehl zu verflüſſigen, ſondern auch noch eine gewiſſe Menge fremden Stärkemehles. Wenn es ſich daher blos darum handelt, Maismalz für ſich allein zu verarbeiten, ſo wird es gewiß zweckmäßiger ſein, die Keimung zu unterbrechen, ehe der Graskeim 3 bis 4 mal ſo lang geworden iſt, als das Korn, indem durch das ſtarke Wachsthum des erſteren offenbar beträchtliche Subſtanzverluſte bedingt werden.

Das Darren des Malzes.

Wie ſchon erörtert wurde, ſoll die Temperatur, welche man zum Darren des für die Zwecke der Spiritusfabrikation beſtimmten Malzes anwendet, 45° C. nicht überſchreiten und läßt ſich dieſe in einer Spiritusfabrik leicht erreichen, wenn man nur der Arbeit die nöthige Aufmerkſamkeit zuwendet; man verwendet nämlich am zweckmäßigſten die von der Feuerung des Dampfkeſſel abziehenden Gaſe zum Darren und ſetzt das Darren bei möglichſt niederer Temperatur ſo lange fort, bis das Malz ſo viel Feuchtigkeit verloren hat, daß es ohne Gefahr aufbewahrt werden kann. —

Damit das Darren jedoch nicht zu lange Zeit in Anſpruch nehme, iſt es angezeigt, der Darrfläche, welche aus durchlochten Platten oder aus Drahtgeflecht ähnlich wie die zum Darren des Braunmalzes verwendeten Darrflächen angefertigt iſt, eine möglichſt große Oberfläche zu geben und das zu darrende Malz in recht dünner Schichte auszubreiten. Das Darren erfolgt dann auch bei niederer Temperatur in kurzer Zeit und iſt die Anwendung eines Malzwenders ganz unnöthig. Die Feuergaſe, welche von der Keſſelfeuerung abziehen, werden durch Röhren geleitet, welche ähnlich wie dies bei den für Braumalz beſtimmten Darren der Fall iſt, an der Stelle, an welches die Gaſe eintreten, am tiefſten unter der Darrfläche liegen und ſich immer mehr derſelben nähern, indem an der Eintrittsſtelle der Gaſe das Rohr am ſtärkſten erwärmt wird. Da ſich trotz dieſer Vorſichtsmaßregeln die Luft nicht über allen Theilen der Röhren ganz gleichförmig erwärmt, kann man durch Bedecken zu heißer Stellen der Röhre mit ſchlechten Wärmeleitern dem Uebelſtande abhelfen.

Wir haben oben angedeutet, daß man die Conſervirung des Malzes ſchon während des Verlaufes der Keimung vornehmen kann, indem man die quellreife Gerſte mit einer Löſung von Salicylſäure behandelt und erſcheint dieſe

Art der Conservirung eigentlich als die zweckmäßigste, indem man durch sie schon im vorhinein allen Verlusten vorbeugt, welche durch die Entwickelung von Schimmelpilzen während der Keimung stattfinden könnten. Leider hat sich bis nun dieses Conservirungsverfahren des Malzes während der Keimung noch wenig in der Praxis eingebürgert, und sind zur Zeit noch hauptsächlich jene Methoden in Gebrauch, durch welche nur die Conservirung des vollständig gekeimten Malzes angestrebt wird.

Die Conservirung des Malzes.

Bei dem in der Spiritusfabrikation verwendeten Malze kann es sich um eine Conservirung des Grünmalzes und des Luftmalzes handeln und wird man in beiden Fällen in verschiedener Weise vorzugehen haben. Als Conservirungsmittel verwendet man fast allgemein schwefelige Säure, die ein ungemein heftiges Gift für die niederen Pilze ist, welche das Verderben des Malzes bewirken, und bedient sich gewöhnlich der wässerigen Lösung dieses Körpers. Weit bequemer wäre es, das Malz mit der gasförmigen schwefeligen Säure zu behandeln, indem hierdurch die Berührung der schwefeligen Säure mit dem Malze eine sehr innige wird.

Die größte Schwierigkeit, welche sich der Anwendung der gasförmigen schwefeligen Säure in der Praxis entgegen stellt, liegt darin, daß die Metalltheile der Darrflächen sehr stark angegriffen werden. Es wäre jedoch möglich, diesem Uebelstande dadurch zu begegnen, daß man die aus Drahtgeflecht dargestellten Hürden, auf welchen das Malz geschwefelt werden soll, mit gutem Asphaltlack überzieht und hierdurch gegen die Einwirkung der schwefeligen Säure schützt. Um auf einer solchen Vorrichtung Grünmalz zu conserviren, wäre das fertige Grünmalz durch Besprengen mit Wasser anzufeuchten und in dünner Schichte auf der Hürde auszubreiten. Zündet man unter der Hürde Schwefel an, so wird sich das emporsteigende Schwefeldioxyd sehr rasch mit dem Wasser, welches dem Malze anhaftet, zu schweseliger Säure vereinen und wird diese alle Schimmelsporen und sonstigen Keime niederer Organismen, welche dem Malze anhaften, zerstören. Das Schwefeln dürfte als beendet zu betrachten sein, wenn der Geruch nach schweseliger Säure auch schon über der Malzschichte stark wahrnehmbar wird. Soll das Malz im conservirten Zustande als Grünmalz verbleiben, so hat man mit demselben nichts weiter zu thun, als es von den Hürden abzunehmen und aufzubewahren. Das Aufbewahren wird am zweckmäßigsten so vorzunehmen sein, daß das Malz in ziemlich hohen Haufen lagert und mit Tüchern bedeckt ist, indem unter diesen Verhältnissen die Verflüchtigung der schwefeligen Säure am leichtesten hintangehalten werden kann.

Malz, welches entweder zu Luftmalz oder Darrmalz verarbeitet werden soll, wird am zweckmäßigsten ebenfalls im Zustande des Grünmalzes dem Schwefeln unterzogen. Man verfährt hierbei gerade so, wie oben angegeben, läßt aber das genügend geschwefelte Malz auf der Hürde liegen und setzt den Heizapparat (das

ist die Circulation der Feuergase durch die unter der Hürde angebrachten Röhren) in Gang. In Folge der Erwärmung verflüchtigt sich zuerst die dem Malze anhaftende schwefelige Säure, nach dieser das Wasser und bleibt je nach der angewendeten Temperatur Luftmalz oder Darrmalz zurück, welches von sehr großer Haltbarkeit ist, indem alle dem Malze anhaftenden Organismen getödtet sind und das Wasser vertrieben ist.

Wenn man Malz unter Anwendung der Lösung von schwefeliger Säure in Wasser conserviren will, so geschieht dies wohl immer am zweckmäßigsten, auch in den Fällen, in welchen man Luft- oder Darrmalz zu erhalten wünscht, in der Weise, daß man das fertige Grünmalz in dünnen Schichten ausbreitet, mit der Lösung der schwefeligen Säure in Wasser möglichst gleichförmig besprengt und dann durch Zusammenschaufeln der dünnen Schichte auf einen größeren Haufen die saure Flüssigkeit noch mehr durch das ganze Malz zu vertheilen sucht.

Grünmalz, welches auf diese Art behandelt wurde, bleibt bis zum Gebrauch in bedeckten Haufen liegen; Malz, welches in Luft- oder Darrmalz umgewandelt werden soll, wird man ebenfalls in bedecktem Zustande durch einige Zeit liegen lassen, um die Wirkung der schwefeligen Säure vollenden zu lassen und bringt es dann auf die Hürden.

Nach besonderen Versuchen, welche ich über das Schwefeln des Malzes angestellt habe,*) erscheint es mir nicht mehr zweifelhaft, daß durch diese Operation die diastatische Kraft des Malzes etwas vermindert wird, jedoch bei weitem nicht in dem Maße, als dies durch stärkeres Darren der Fall ist. Eine viel bedeutendere Verminderung der diastatischen Kraft des Malzes erfolgt aber, wenn man das Schwefeln in unzweckmäßiger Weise vornimmt. Es ist mehrfach empfohlen worden, das Malz zum Zwecke der Conservirnng mit einer Lösung von schwefeliger Säure in Wasser zu übergießen und nach einiger Zeit die Lösung wieder abfließen zu lassen. Es ist nun allerdings richtig, daß in diesem Falle alle dem Malze anhaftenden Organismen mit Sicherheit getödtet werden; es ist aber auch sicher, daß ein Theil der Säurelösung in das Innere des Malzkorns eindringt und eine Schwächung der diastatischen Kraft bewirkt.

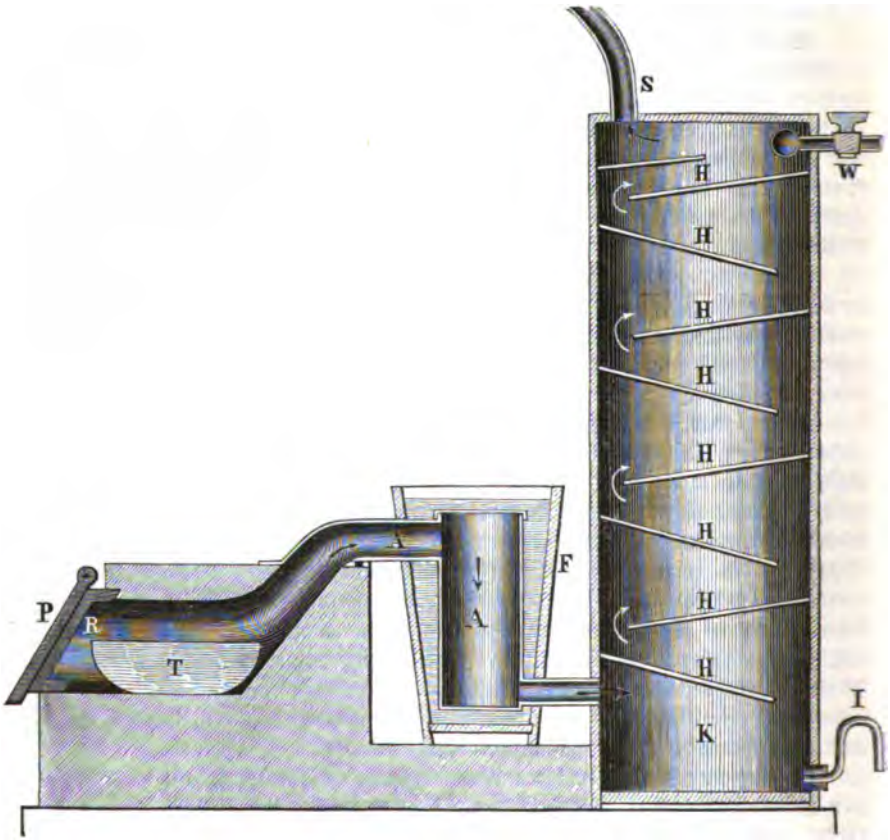
Es ist daher ganz entschieden davon abzurathen, das Malz mit einer Lösung von schwefeliger Säure zu übergießen, das Besprengen mit einer solchen Lösung leistet genau dieselben Dienste ohne einen tiefergehenden Einfluß auf die diastatische Kraft des Malzes auszuüben.

An Stelle der schwefeligen Säure hat man in neuerer Zeit auch doppelt schwefeligsauren Kalk angewandt, um Malz zu conserviren. Nachdem die Anwendung der schwefeligen Säure weit billiger zu stehen kommt, als jene des schwefeligsauren Kalkes, so dürfte letzterer wohl kaum eine bleibende Anwendung zur Conservirung des Malzes finden, und hat die Lösung der schwefeligen Säure noch dem schwefeligsauren Kalk gegenüber den Vortheil, daß sie fortwährend

*) Allg. Hopfen-Ztg. Jahrgang 1880.

ſchweſelige Säure abgiebt, ſo daß auch ſolche Malzkörner, welche beim Befeuchten des Malzhaufens mit der Löſung nicht unmittelbar von letzterer getroffen wurden, dennoch der Wirkung der ſchweſeligen Säure ausgeſetzt ſind.

Fig. 4.



Apparat zur Darſtellung von wäſſeriger ſchweſeliger Säure.

Die Darſtellung der zur Conſervirung des Malzes erforderlichen Löſung von ſchweſeliger Säure in Waſſer wird am zweckmäßigſten durch directes Verbrennen von Schwefel an der Luft und Löſen des hierbei entſtehenden Schwefeldioxydes in Waſſer vorgenommen. Man hat zu dieſem Zwecke verſchiedene Apparate conſtruirt, welche aber wenig entſprechend ſind. Figur 4 ſtellt einen Apparat dar, welcher regelmäßig functionirt und die Gewinnung einer ſehr concentrirten Löſung von ſchweſeliger Säure geſtattet, welche dann entſprechend

verdünnt zur Conservirung verwendet werden kann. Der Apparat besteht aus zwei Haupttheilen: dem Verbrennungsofen und dem Kasten, in welchem die Auflösung der schwefeligen Säure in Wasser stattfindet.

Der Ofen besteht aus einem durch Mauerwerk gebildeten Raum, an einem Ende durch einen schiefgestellten Rahmen R aus Gußeisen geschlossen ist, auf welchem sich eine genau aufgeschliffene Eisenplatte P in horizontaler Richtung verschieben läßt. Das auf der Sohle des Ofens stehende flache Thongefäß T enthält den zu verbrennenden Schwefel. Am hinteren Ende des Ofens ist ein schiefaufsteigendes Rohr A aus Eisen angebracht, welches in ein Kühlfaß F und aus diesem in den Lösungskasten K tritt. Letzterer hat die Form eines Prisma's von etwa 3 m Höhe und 1 m zur Seite und ist aus Holz hergestellt. In diesen Kasten sind Holzrahmen H, welche mit dichtgewebtem Baumwollstoff oder Leinwand überspannt sind, in etwas geneigter Lage in der aus der Abbildung ersichtlichen Weise eingesetzt. Am oberen Ende des Kastens sitzt ein Rohr S, welches am zweckmäßigsten in einen Schornstein mündet, dessen Feuerung während der Darstellung von schwefeliger Säure in Gang gesetzt ist. Das Rohr W, durch welches Wasser zugeführt werden kann, mündet über dem höchst stehenden Rahmen in ein mit feinen Löchern versehenes Bleirohr, dessen Länge der Breite des Rahmens gleich ist. Am Boden des Kastens K ist das in Form eines Winkelhebers gebogene Bleirohr J angebracht.

Wenn der Apparat in Gang gesetzt werden soll, öffnet man zuerst den Hahn der Wasserzuführungsröhren W, und läßt so lange Wasser zufließen, bis dasselbe aus dem Heber J abzufließen beginnt und das Gewebe auf dem Rahmen vollständig durchnäßt ist. Oeffnet man die Thüre P durch Verschieben, so entsteht in dem Ofen und dem Kasten ein lebhafter Luftstrom, indem die in dem Schornstein aufsteigenden Feuergase die Luft nach sich reißen. Entzündet man nun den in der Pfanne T liegenden Stangenschwefel, so strömt das Schwefeldioxyd durch das Rohr A, wird durch das Kühlwasser abgekühlt und gelangt in den Kasten K, wo es von dem Wasser, welches man gleichzeitig mit dem Entzünden des Schwefels wieder zufließen läßt, absorbirt wird. Durch zweckmäßige Regelung des Luftzuges (durch Verschieben der Platte T) und des Wasserzuflusses bei W ist es leicht zu bewerkstelligen, daß aus K gar keine schwefelige Säure, sondern nur Stickstoff entweicht; die Lösung der schwefeligen Säure sammelt sich am Boden des Kastens K und fließt nach Maßgabe des Wasserzuflusses durch J ab.

Wasser absorbirt Schwefeldioxyd sehr rasch und zeigen die Lösungen bei 15° C und verschiedenen Percentgehalten folgende specificirte Gewichte:

Percent	Spec. Gewicht	Percent	Spec. Gewicht
0,5	1,0028	3,0	1,0168
1,0	1,0056	3,5	1,0194
1,5	1,0085	4,0	1,0221
2,0	1,0113	4,5	1,0248
2,5	1,0141	5,0	1,0275

Percent	Spec. Gewicht	Percent	Spec. Gewicht
5,5	1,0302	8,0	1,0426
6,0	1,0328	8,5	1,0450
6,5	1,0353	9,0	1,0474
7,0	1,0377	9,5	1,0497
7,5	1,0401	10,0	1,0520

Eine Lösung, welche 4 bis 5 pCt. schwefelige Säure enthält, ist für unsere Zwecke ausreichend und kann man entweder die concentrirter aus dem Apparate abfließende Lösung bis auf die entsprechende Dichte durch Wasserzusatz verdünnen oder den Gang der Apparate so regeln, daß man sogleich eine Lösung von diesem Percentgehalte erzielt.

III. Die Werthbestimmung der Rohmaterialien.

Der Werth der zur Fabrikation von Spiritus zu verwendenden Rohmaterialien hängt von der Menge des Stärkemehles, resp. Zuckers oder Alkoholes ab, welche in ihnen enthalten sind, und muß immer vorgenommen werden, wenn man sich Gewißheit über die Zweckmäßigkeit eines Verfahrens und über den Werth eines Materials verschaffen will. Mit Bezug auf das Hülfsmaterial Malz ist selbstverständlich die Untersuchung in Bezug auf die Extractausbeute und die diastatischen Kraft von Wichtigkeit, indem nur die Kenntniß dieser Factoren die Ausführung richtiger Vorausberechnungen der Ausbeuten und der Zusammensetzung von Maischen ermöglicht.

Es ist selbstverständlich, daß allen diesen Bestimmungen nur dann wirklich Werth beizumessen ist, wenn sie mit der größten Schärfe ausgeführt werden, indem bei den großen Mengen von Rohmateriale, welche man in der Spiritusfabrikation aus stärkemehlhaltigen Körpern in Arbeit nehmen muß, schon ein Fehler von einem halben Percent mehr oder weniger schwer ins Gewicht fällt.

Die Werthbestimmung der Kartoffeln.

Die Kartoffeln enthalten neben Stärkemehl noch Zucker, möglicher Weise auch Dextrin, aber immer in so geringeren Mengen, daß die quantitative Bestimmung dieser Körper für die Praxis ohne Bedeutung ist; es bleibt sonach nur das Stärkemehl übrig und wird gewöhnlich nur dieses seiner Menge nach bestimmt. Man kennt zwei Wege, auf welchem diese Bestimmung ausgeführt werden kann: der eine derselben beruht darauf, daß man das Stärkemehl in Zucker verwandelt und die Menge des letzteren bestimmt. Dieses Verfahren liefert sehr genaue Resultate, ist aber wegen der Umständlichkeit der Arbeiten, welche es erfordert, für die Praxis nicht sonderlich geeignet.

Das zweite Verfahren läßt sich in sehr kurzer Zeit durchführen, giebt aber nur annähernde Resultate, welche den Stärkegehalt der Kartoffel etwa bis zu einem Percent genau angeben und gründet sich auf die Thatsache, daß zwischen dem specifischen Gewichte der Kartoffel und deren Stärkegehalt ein bestimmtes Verhältniß obwaltet. Es wird daher dieses Verfahren in der Weise ausgeführt, daß man das specifische Gewicht der Kartoffel bestimmt.

Die Kartoffeln verschiedener Abstammung unterscheiden sich durch verschiedene Dicke ihrer Schale, Saftmenge und Größe der Hohlräume zwischen den Zellen, und erklärt sich hieraus der Umstand, daß zwei Kartoffeln, deren directe Analyse den genau gleichen Stärkegehalt ergiebt, verschiedene specifische Gewichte zeigen können. Diese Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der Kartoffel sind es auch, welche die Ungenauigkeit der Ermittelung des Stärkegehaltes durch das specifische Gewicht zur Folge haben.

Nachdem auch bei Kartoffeln derselben Abstammung solche Abweichungen vorkommen können, genügt es nicht, das specifische Gewicht einer Kartoffel oder einer kleinen Anzahl derselben zu ermitteln und hieraus auf den Stärkegehalt aller schließen zu wollen. Es ist vielmehr nothwendig, eine möglichst große Menge von Kartoffeln anzuwenden, um hierdurch zu Mittelwerthen zu gelangen, welche dem wahren Werthe näher kommen. Man soll daher aus diesem Grunde die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Kartoffeln mit mindestens 5 Kilogramm vornehmen; je größer man die Menge wählt, desto weniger Einfluß auf die Genauigkeit der Arbeit nehmen auch kleine Fehler, welche man beim Abwägen der Kartoffel, wie dieses bei einer Modification des Verfahrens geschehen muß, begehen kann.

Die drei Modificationen der Bestimmung des specifischen Gewichtes, welche man anwendet, gründen sich darauf, daß man in einem Falle das specifische Gewicht einer Salzlösung mit jenem der Kartoffel gleich macht und dann das specifische Gewicht dieser Flüssigkeit durch ein Araeometer feststellt. Da man als Flüssigkeit gewöhnlich eine Lösung von Kochsalz anwendet und das specifische Gewicht mit Hülfe eines Araeometers bestimmt, hat man diese Untersuchungsmethoden als Salzprobe oder araeometrische Probe bezeichnet.

Man ermittelt das specifische Gewicht der Kartoffeln nach der zweiten Art dadurch, daß man sie abwiegt, sodann in ein Gefäß mit bekanntem Rauminhalt bringt und durch Eingießen von Wasser in das Gefäß genau das Volumen der Kartoffeln bestimmt.

Nach der dritten Modification des Verfahrens bestimmt man das specifische Gewichtmittel mittelst der hydrostatischen Wage, indem man zuerst das absolute Gewicht der Kartoffeln durch Wägen in der Luft und dann das specifische durch Abwägen der in Wasser getauchten Kartoffeln ermittelt. Nachdem beide Methoden leicht durchführbar sind und in der Praxis angewendet werden, wollen wir die wichtigsten Apparate, deren man sich in beiden Fällen bedient, in Kürze beschreiben. Den Apparaten sind gewöhnlich Tabellen beigegeben, welche das Verhältniß zwischen dem specifischen Gewichte und dem Stärkegehalt desselben angeben.

Die Salzprobe oder araeometrische Probe.

Dieses älteste von Krocker herstammende Verfahren gründet sich darauf, daß eine bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Salzlösung das specifische Gewicht von etwa 1,2 zeigt, das specifische Gewicht der Kartoffel aber nie 1,16 übersteigt. Fügt man daher zu Wasser, in welchem die Kartoffeln liegen, allmälig gesättigte Salzlösung, so wird das specifische Gewicht der Mischung immer höher werden und endlich so hoch steigen, daß es jenem der Kartoffel gleich kommt, was daran zu erkennen ist, daß die Kartoffeln in der Flüssigkeit schweben, das heißt an jeder Stelle der Flüssigkeit, an welche man sie schiebt, ruhig stehen bleiben.

Um zu Mittelwerthen zu gelangen, ist es angezeigt, das specifische Gewicht der Flüssigkeit so zu stellen, daß zwar der größte Theil der Kartoffeln schwebt, indeß eine Anzahl derselben schon schwimmt und die beiläufig eben so große Zahl noch am Boden des Gefäßes liegt. Nachdem das Saccharometer ein in jeder Brennerei vorhandenes Araeometer ist, so hat Krocker dasselbe zur Bestimmung des specifischen Gewichtes der Salzlösungen angewendet und zeigt Tafel I. das Verhältniß zwischen der Saccharometeranzeige und dem specifischen Gewichte und dem diesen entsprechenden Stärkegehalt und Gehalt an Trockensubstanz in Percenten, und ist diese Tabelle nach neueren von Behrend, Maercker und Morgen ausgeführten Untersuchungen zusammengestellt.

Directe Bestimmung des specifischen Gewichtes der Kartoffeln.

Das Stohmann'sche Verfahren.

Diese Methode beruht darauf, daß man genau bestimmt, wie groß die Wassermenge ist, welche von einem vorher abgewogenen Kartoffelquantum verdrängt wird; man ermittelt hierdurch das Volumen V der Kartoffel und findet das specifische Gewicht S, indem man das absolute Gewicht G durch das Gewicht des verdrängten Wassers dividirt

$$S = \frac{G}{V}$$

Der Stohmann'sche Apparat besteht (Fig. 5) aus einem etwa 2½ Liter fassenden Glasgefäße, auf welchem ein Streifen von starkem Zinkblech liegt, der ein Messingstäbchen trägt, welches unten zu einer scharfen Spitze geschliffen ist. Ein zweiter Blechstreifen, mit einem ebenfalls spitz geschliffenen aber kürzeren Messingstäbchen ergänzt den eigentlichen Apparat; als Nebentheil zur genauen Bestimmung des Flüssigkeitsvolumens, ist dem Apparate noch eine große Quetschhahnbürette, welche das genaue Ablesen von 0,1 CC gestaltet, beigegeben. (Fig. 6.)

Bei der Bestimmung wird der Glascylinder so gestellt, daß sein oberer Rand genau horizontal liegt und der Blechstreifen, welcher das lange Stäbchen trägt,

aufgelegt. Man füllt sodann den Cylinder so weit mit Wasser (Regenwasser oder destillirtes Wasser aus dem Dampfkessel), bis die Oberfläche des Wassers genau die Spitze des Messingstäbchens berührt; die Berührung findet dann statt, wenn das Spiegelbild der Spitze und diese selbst einander berühren. Die Wassermenge, welche nothwendig ist, um den Apparat soweit mit Wasser zu füllen, daß die Oberfläche des letzteren mit der Spitze zusammenfällt, (Stohmann bezeichnet diesen Punkt mit A), wird einmal für immer auf das genaueste ermittelt und notirt; sie ist, wenn man immer Wasser von derselben Temperatur anwendet, eine nicht nur mit Bezug auf das Wasservolumen, sondern auch auf das Gewicht desselben unveränderliche Größe.

Fig. 5.

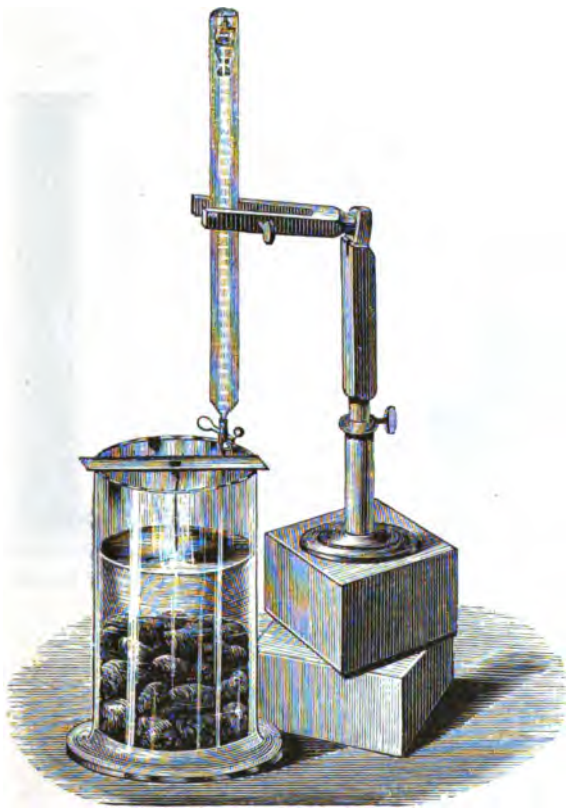
Stohmann's Apparat zur Dichtenbestimmung der Kartoffeln.

Nachdem der Cylinder bis zur Marke A gefüllt ist, wird der Blechstreifen mit dem langen Stäbchen abgenommen und durch jenen, welcher das kürzere trägt, ersetzt. Man füllt wieder Wasser so lange in den Cylinder, bis die Oberfläche des Wassers und die Spitze des Stäbchens zusammenfallen und verzeichnet das hierfür erforderliche Wasserquantum.

Die zu untersuchenden Kartoffeln werden abgewogen und in das bis zur Marke A mit Wasser gefüllte Gefäß gelegt (die Menge der Kartoffeln darf selbstverständlich nicht so groß sein, daß das Wasser höher steigt, als die Marke B anzeigt) und wird dann genau so viel Wasser nachgefüllt, bis die Oberfläche desselben bis zur Marke B reicht. Zieht man von dem Volumen zwischen den Punkten A und B die Anzahl der beim Versuch zur Füllung des Gefäßes bis B

erforderlichen Cubik-Centimeter ab, so ist hierdurch das Volumen der Kartoffeln bestimmt. Ist nämlich V das Cylindervolumen zwischen A und B, ist ferner v das Volumen des nachgefüllten Wassers, so ist das Volumen der Kartoffeln gleich V—v und läßt sich hiernach und dem absoluten Gewichte G nach der auf Seite 49 angegebenen Formel das specifische Gewicht berechnen.

Fig. 6.

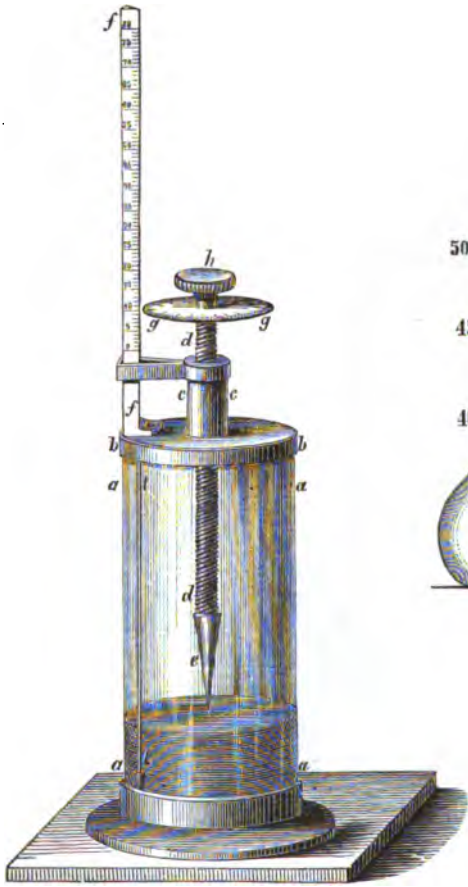


Stohmann's Apparat mit Bürette.

Nach den Angaben von Stohmann wendet man beiläufig 1 kg Kartoffeln an; es wäre jedoch leicht, durch Anwendung eines entsprechend größeren Glasgefäßes 2 und mehr kg Kartoffeln zu verwenden, und wäre hierdurch der schon oben angedeutete Vortheil der Erzielung von Mittelwerthen zu erreichen. Der Stohmann'sche Apparat ist verschieden modificirt worden: Schertler

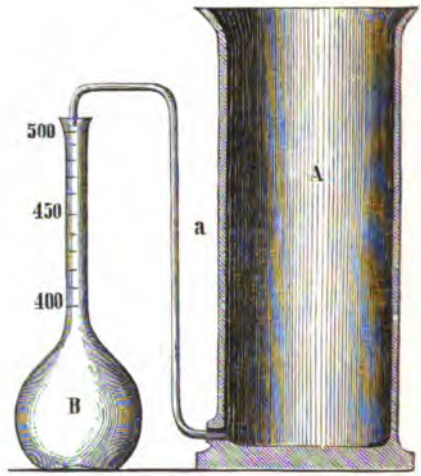
wendet nur eine Spitze an, welche am Ende einer Schraube sitzt und die Höhenunterschiede der Flüssigkeitsoberflächen an einer nebenstehenden Scala abzulesen gestattet, Fig. 7; Schwarz benutzt einen Cylinder A, Fig. 8, an welchem unten ein hebertörmig gestaltetes Rohr a angebracht ist; beim Gebrauche wird der Cylinder

Fig. 7.



Schertler's Apparat.

Fig. 8.



Schwarz' Apparat.

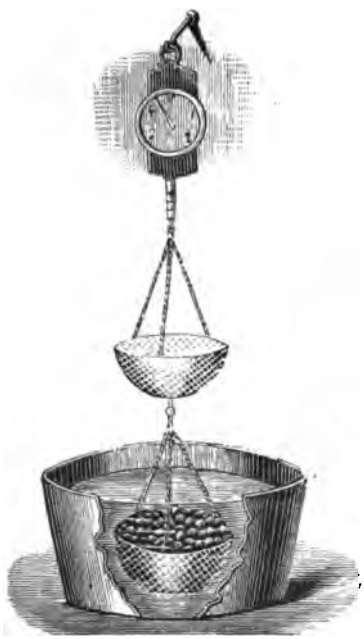
soweit mit Wasser gefüllt, daß dasselbe durch a auszufließen beginnt, sodann werden die Kartoffeln eingetragen und das Volumen des durch sie verdrängten Wassers in dem Gefäße B gemessen. Der Schertler'sche Apparat ist viel complicirter

als jener von Stohmann, der Schwarz'sche gestattet schon seiner Einrichtung nach keine genaue Bestimmung der durch die Kartoffeln verdrängten Wassermenge, so daß entschieden der Apparat nach Stohmann als der zweckmäßigste bezeichnet werden muß.

Verfahren unter Anwendung der hydrostatischen Wage.

Nach dem bekannten Lehrsatze: „Ein in eine Flüssigkeit getauchter Körper verliert scheinbar so viel an Gewicht, als die verdrängte Flüssigkeit wiegt." hat man Apparate für den speciellen Zweck der Ermittelung des specifischen Gewichtes

Fig. 9.

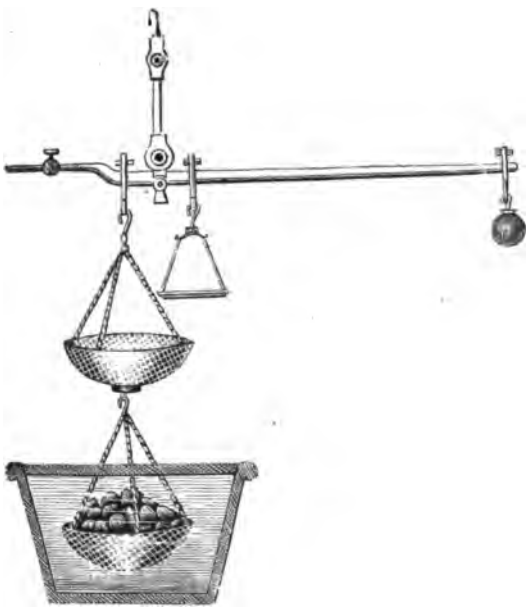


Hurtzig's Apparat.

der Kartoffel construirt, welche sämmtlich der Hauptsache nach darin übereinstimmen, daß an dem Wagebalken einer Wage (gleichgiltig ob gleicharmige, Schnell- oder Federwage) zwei Körbe oder Netze von gleicher Größe übereinander so aufgehängt sind, daß der untere Korb in Wasser taucht. Die Körbe oder Netze fassen bei den verschiedenen Apparaten 2,5 bis 10 kg Kartoffel, je mehr desto besser (aus den oben angegebenen Gründen), und wird die Bestimmung mit Hülfe dieser Apparate ganz so ausgeführt, wie man andere Bestimmungen des

specifischen Gewichtes fester Körper mittels der hydrostatischen Wage ausführt: Die Kartoffeln werden zuerst in dem oberen Korb gewogen, das absolute Gewicht ermittelt, die Kartoffeln sodann in den unteren in Wasser getauchten Korb gelegt und das Gewicht im Wasser bestimmt. Durch Division des absoluten Gewichtes der Kartoffeln durch jenes derselben in Wasser wird das specifische Gewicht gefunden.

Fig. 10.



Schwarzer's Apparat.

Nachdem diesen Apparaten Tabellen beigegeben sind, welche in der ersten Colonne das Gewicht anzeigen, welches 2,5 resp. 5 kg Kartoffel im Wasser besitzen, während die zweite Colonne das entsprechende specifische Gewicht anzeigt, muß man immer genau 2,5 oder 5 kg Kartoffel für den Versuch anwenden: — Da aber nicht immer eine Anzahl ganzer Kartoffeln dieses Gewicht besitzen, so tarirt man mit Stücken von Kartoffeln möglichst genau auf 2,5, resp. 5 kg.

Fig. 9 giebt das Bild jener Einrichtung, welche Hurtzig dem Apparate als Federwage gegeben hat. (Die obenstehende Abbildung, Fig. 10, stellt die von Schwarzer construirte Schnellwage dar.) Reimann hat den Apparat als Decimalwage (Fig. 11) construirt und an der Biesdorfer Kartoffelwage ist die

Conſtruction der Schnell- und Federwage vereinigt, Fig. 12. Bei letzterer wird der Apparat ähnlich wie bei dem Reimann'ſchen durch einen an den Waſſerbehälter C befeſtigten Bügel B getragen, die Körbe KK ſind aus verzinntem Draht angefertigt. An der Federwage A iſt die Scala angebracht, welche geſtattet, Gewichtsunterſchiede von 5 zu 5 gr bis 1000 gr abzuleſen, und zugleich auch den Punkt 5 kg anzeigt. Das an der Schnellwage W angebrachte Laufgewicht L dient

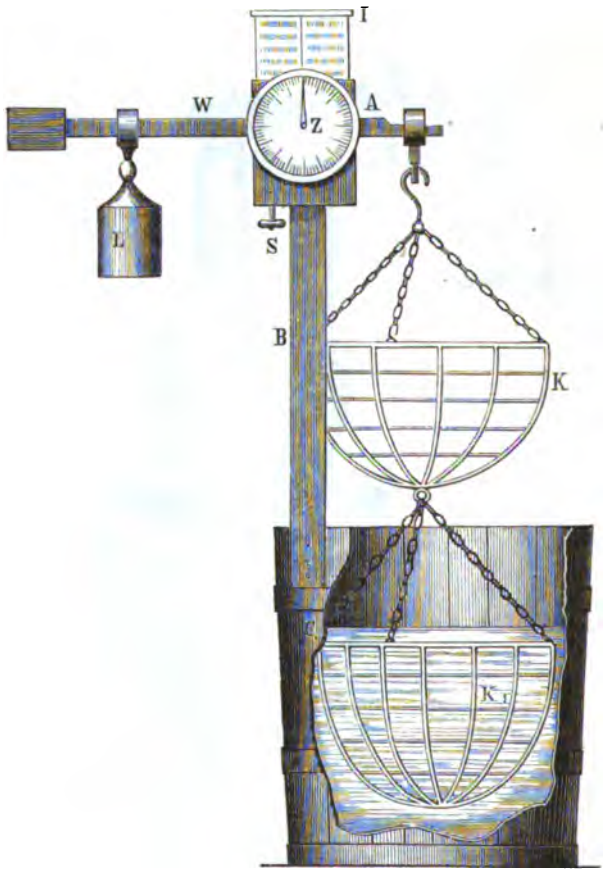
Fig. 11.

Reimann's Apparat.

nebſt der Feder zur Beſtimmung des Gewichtes von 5 kg und wird durch die Mitverwendung des Gewichtes zur Herſtellung des Gleichgewichtes verhütet, daß die Feder der Wage zu ſtark angeſpannt und in Folge deſſen ſchlaff werde. Im unbelaſteten Zuſtande ſteht die Wage im Gleichgewicht und wird durch Anziehen oder Nachlaſſen der Schraube S vor Beginn der Wägung der Zeiger Z

auf den Nullpunkt gestellt. Hinter dem die Feder einschließenden flachen Cylinder ist eine Blechbüchse angebracht, in welcher die dem Apparate entsprechende Reductionstabelle I steckt. (Vergleiche die am Schlusse des Werkes angefügten Tabellen II, III, IV, V.)

Fig. 12.

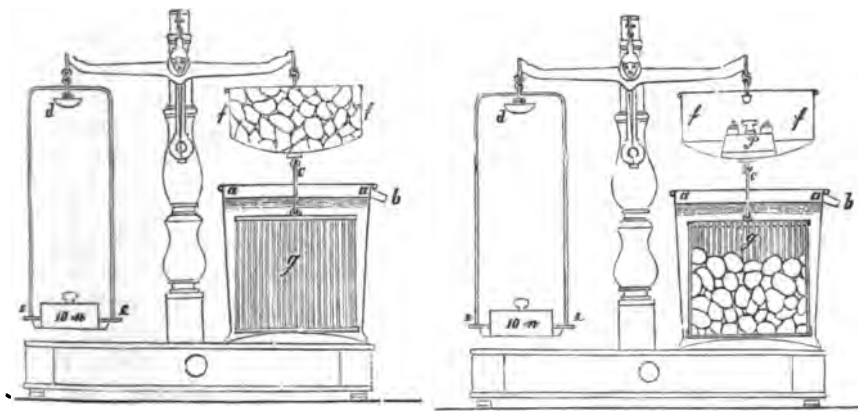


Biesdorfer Kartoffelwage.

Was nun die Constructionen der hier genannten Apparate anbelangt, entspricht eigentlich keine derselben den Bedingungen einer genauen Ablesung des Gewichtes; die Federn der Federwagen verlieren im Laufe der Zeit an Spannkraft, bei den Schnell- und Decimalwagen liegen Fehlerquellen in der ungleich-

förmigen Ausdehnung der beiden Arme des Wagebalkens und der Ungenauigkeit des Ablesens, so daß die älteste Construction des Apparates, wie sie von Fesca, unter Anwendung der gleicharmigen Wage, ausgeführt wurde, die sichersten Daten liefern wird. Die vorbeschriebenen Apparate haben zwar den Vortheil für sich, daß die Bestimmungen schneller ausgeführt werden, als mit der gleicharmigen Wage; der Zeitunterschied beträgt übrigens nur einige Minuten und sollte man gerade bei einem Versuche, welcher, wie der in Rede stehende, die Grundlage zu den wichtigsten Ausbeuteberechnungen giebt, trachten, immer ein möglichst verläßliches Instrument anzuwenden, und der Ausführung der Arbeit auch die erforderliche Zeit widmen.

Fig. 13. Fig. 13a.



Fesca's Wage.

Die Fesca'sche Wage, Fig. 13, wird folgendermaßen gehandhabt: Nachdem das Gefäß, in welchem der Korb g hängt, so weit mit Wasser gefüllt worden, daß letzteres durch das Rohr b abzufließen beginnt und g ganz unter Wasser ist, wird auf die linksseitige Wageschale ein Gewicht von 5 oder 10 kg gesetzt und in die Wageschale f so viele Kartoffeln gelegt, bis die Wage im Gleichgewichte steht. Die Kartoffeln werden sodann in den Korb g gelegt und auf f so viel Gewicht gegeben, bis wieder Gleichgewicht herrscht. Der Gewichtsunterschied beider Wägungen entspricht dem Gewichte der Kartoffeln im Wasser.

Die zur Bestimmung des specifischen Gewichtes verwendeten Kartoffeln müssen vorher sorgfältig gereinigt werden und empfiehlt es sich zu diesem Zwecke, dieselben in Wasser abzuwaschen und dabei mit einer Bürste zu behandeln, sodann mit einem Tuche leicht abzutrocknen. Man läßt die Kartoffeln nun so lange an der Luft liegen, bis sie oberflächlich ganz trocken erscheinen, und unterwirft sie dann der Untersuchung. Damit man bei letzterer möglichst genaue Resultate er-

halte, ist es nothwendig, einige Vorsichtsmaßregeln einzuhalten, welche wir nachstehend anführen wollen:

Die gewaschenen Kartoffeln werden so lange an der Luft liegen gelassen, bis sie an der Oberfläche wieder vollkommen trocken geworden sind; zu langes Liegen im Zimmer würde die Ursache sein, daß zu viel Wasser abdunstet, der Stärkegehalt würde zu hoch gefunden. Bei der Auswahl der Kartoffeln, welche zur Bestimmung verwendet werden sollen, müssen alle gefaulten oder erfrorenen Knollen ausgeschieden werden.

Ebenso sind alle Knollen, welche im Wasser nicht untersinken, sondern schwimmen, auszuscheiden. Sie können nicht als normale Kartoffeln angesehen werden, indem sie so außergewöhnlich große Hohlräume enthalten, daß hierdurch die Bestimmung des specifischen Gewichtes sehr ungenau wird. Verschieden große Kartoffeln derselben Sorte und Ernte zeigen so bedeutende Schwankungen im Stärkegehalt, daß der Unterschied volle 10 pCt. betragen kann. Um unter diesen Verhältnissen zu annähernd richtigen Resultaten zu gelangen, sucht man aus der Gesammtmenge der Kartoffeln eine für eine Bestimmung genügende Menge der kleineren, mittleren und großen Knollen heraus, bestimmt das specifische Gewicht jeder Probe und nimmt aus den drei Bestimmungen das arithmetische Mittel, oder man sucht sich für die Bestimmung ein Gemenge der verschieden großen Knollen in dem Verhältnisse herzustellen, wie es in der ganzen Masse vorhanden ist. Das erstere Verfahren, nach welchem drei Bestimmungen vorgenommen werden, giebt aber entschieden genauere Resultate und ist es auch bei gleichgroßen Knollen zu empfehlen, die Bestimmungen mit drei verschiedenen Proben auszuführen und aus diesen das arithmetische Mittel zu nehmen.

Beim Eintragen der in der Luft gewogenen Kartoffeln in Wasser ist es nothwendig, alle Luftblasen, welche den Knollen anhaften, zu entfernen; man lege daher Stück für Stück ins Wasser und bewege den Korb, nachdem er angefüllt ist, einige Male auf und nieder, um alle Luftblasen entweichen zu machen. Der im Wasser versenkte Korb muß immer vollkommen und bis zur selben Stelle eingetaucht sein; man versieht daher zweckmäßig die Kette, an welcher er hängt, mit einer Marke, welche immer mit dem Wasserspiegel zusammenfallen muß.

Die Bestimmungen des specifischen Gewichtes der Kartoffeln beziehen sich immer auf reines Wasser von 17,5° C. (14° R.) und wendet man daher zur Füllung des Behälters, in welchen der Korb taucht, entweder klares Regenwasser oder Condensationswasser aus der Dampfmaschine an. Der Fehler, welchen man durch Anwendung von hartem Brunnenwasser begeht, ist zwar nicht groß, aber er trägt jedenfalls dazu bei, die nicht ganz sicheren Resultate der Bestimmungen noch unsicherer zu machen.

Die Werthbestimmung der Kartoffel auf chemischem Wege.

Um möglichst genaue Daten über den Stärkemehlgehalt von Kartoffeln zu erhalten, bleibt nur der ziemlich umständliche Weg, das Stärkemehl in den Knollen zu verflüssigen — in lösliche Form zu bringen, ohne daß gleichzeitig die

Cellulose und die Pectinkörper gelöst werden — und die Stärke durch Behandeln mit verdünnter Salzsäure in Zucker überzuführen: letzterer wird mittelst der Fehling'schen Lösung genau bestimmt und gestattet die Zuckerbestimmung einen Rückschluß auf den Gehalt an Stärkemehl. Um die Vervollkommnung dieses Verfahrens, das aber nur in der Hand desjenigen, welcher in der Ausführung chemisch-analytischer Arbeiten sehr geübt ist, wirklich genaue Resultate liefert, hat sich Maercker besondere Verdienste erworben und nimmt man nach demselben die Bestimmung in folgender Weise vor:

Die Kartoffeln werden in dünne Scheiben geschnitten, diese vollkommen ausgetrocknet (bei 100—105° C.), in Pulver verwandelt und etwa 3 Gramm dieses Pulvers durch mehrere Stunden unter erhöhtem Druck (bei 130—140° C.) mit Wasser behandelt, wodurch das Stärkemehl löslich wird, Cellulose und Pectinkörper aber unverändert bleiben. Das löslich gewordene Stärkemehl wird durch Behandeln der in den Druckflaschen enthaltenen Masse mit heißem Wasser gewonnen, durch Kochen mit verdünnter Salzsäure in Zucker übergeführt, die Säure neutralisirt und endlich in der so gewonnenen Zuckerlösung mittelst der Fehling'schen Lösung*) die Zuckermenge genau ermittelt.

Das eben angedeutete Verfahren, obwohl das beste, ist bis nun für den Praktiker wenig geeignet; wenn einmal die Praxis so weit vorgeschritten sein wird, daß jeder Fabrikant einsehen wird, daß man zum richtigen Betrieb eines auf chemischer Grundlage ruhenden Gewerbes auch chemisch-wissenschaftliche Bildung haben müsse, läßt sich erwarten, daß dieses Verfahren, wenigstens zur Controle der Angaben, welche man nach der Bestimmung des specifischen Gewichtes erhält, eine ausgedehntere Anwendung finde.

Die Werthbestimmung des Rohgetreides.

Wenn man den Werth von Getreide zu bestimmen hat, kann derselbe in zweifacher Weise ermittelt werden: entweder in der Richtung, daß man das Getreide einfach als stärkemehlhaltiges Material auffaßt, oder indem man dasselbe in Form von Malz verwenden will. Im letzteren Falle handelt es sich weniger um den Gehalt an Stärkemehl, als um die Mengen diastatischer Körper, welche durch den Malzungsvorgang entstehen können. Vorerst haben wir uns hier nur mit dem Rohgetreide in dem Sinne zu befassen, daß dasselbe direct als Rohmaterial zu betrachten ist.

Der Werth des Rohgetreides für den Spiritusfabrikanten wird durch die Menge jener Stoffe bestimmt, welche in gährungsfähigen Zucker übergeführt werden können. Es wäre nun allerdings sehr wünschenswerth, dahin zu gelangen, aus dem specifischen Gewichte der Getreidekörner unmittelbar Schlüsse auf die Mengen dieser Körper ziehen zu können. Leider scheint dies nicht möglich zu sein, indem bekanntlich die Varietät der betreffenden Getreideart, die Verhältnisse des Bodens, auf welchem sie gewachsen u. s. w., auf das Gewicht des Getreides so be-

*) Vergleiche Band III S. 529.

deutenden Einfluß nehmen, daß bekanntlich das Gewicht eines hl Getreide innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt.

Man kann daher über den inneren Werth von Rohgetreide nur dadurch zu einigermaßen befriedigenden Ergebnissen gelangen, wenn man durch eine im Kleinen ausgeführte Maischung unter Anwendung von Malzauszug das Stärkemehl in Zucker überführt; mittelst des Saccharometers wird dann der Extractgehalt bestimmt, das heißt die Menge jener Körper festgestellt, welche durch Diastase in Lösung gebracht werden können.*) So einfach diese Bestimmung auch ist, hat sie doch speciell für den Spiritusfabrikanten nur untergeordneten Werth, indem sie durchaus nicht anzeigt, wie viel Zucker aus dem gegebenen Getreidequantum gewonnen werden kann.

Durch den Maischversuch erhält man blos die Angabe der Extractmenge und enthält das Extract je nach der Temperatur, bei welcher die Maischung ausgeführt wurde, wechselnde Mengen von Maltose und Dextrin; man würde somit einen argen Fehler begehen, wenn man von der gefundenen Extractmenge einen directen Schluß auf die Alkoholausbeute ziehen wollte. Bis nun ist dies Verfahren der Werthbestimmung von Getreide blos für die Zwecke der Bierbrauerei ausgebildet worden, für die Zwecke der Spiritusfabrikation aber noch nicht. In Ermangelung besserer Methoden für die Praxis muß man wohl dieses Verfahren zur Zeit noch gelten lassen und kann man mit demselben zu annähernd genauen Resultaten gelangen, wenn man eine Maischung im Kleinen vornimmt, die Flüssigkeit in normaler Weise vergähren läßt und die vergohrene Flüssigkeit zu einer Alkoholbestimmung verwendet.

Zur Ausführung der Maischprobe zerkleinert man das Getreide so weit wie möglich, kocht 50 Gramm desselben mit etwa der zehnfachen Wassermenge, bis vollständige Verkleisterung eingetreten ist, kühlt die Flüssigkeit auf 60° C. ab und fügt ihr 100 ccm einer Lösung zu, welche durch Maischen von 100 Gramm Grünmalz mit 1 Liter Wasser erhalten wurde; durch Erwärmen der Flüssigkeit während 4—6 Stunden auf 60° C. bewirkt man die vollständige Umwandlung der Stärke in Maltose und Dextrin. Die Flüssigkeit wird dann von den Trebern abfiltrirt, letztere mit Wasser ausgewaschen, das man dem Filtrat zufügt, welches schließlich durch Wasserzusatz auf genau 1 Liter gebracht und mit dem Saccharometer geprüft wird.

Von der Saccharometerangabe muß die Extractmenge abgezogen werden, welche in dem zugesetzten Malzauszug enthalten war. Zeigt letzterer am Saccharometer 6 pCt. und die Getreidemaische 4 pCt., so enthält das Liter Flüssigkeit 40 Gramm Extract, wovon 6 Gramm dem Malz angehören, das untersuchte Getreide enthielt sonach in 50 Gramm 34 Gramm Extract; oder in 100 Gramm Getreide sind 68 pCt. Extract enthalten, bestehend aus Maltose, Dextrin, stickstoffhaltigen Körpern u. s. w. Wie oben erwähnt, kann man zur genaueren Bestimmung der wirklich vergährbaren Körper in dem Extracte nur gelangen, wenn man die Flüssigkeit regelrecht vergähren läßt und die Menge des in ihr entstehenden Alkoholes durch die Destillationsprobe bestimmt.

*) Vergleiche Band II Seite 349.

Die Werthbestimmung zuckerhaltiger Rohmaterialien.

Rohmaterialien, welche Zucker entweder schon fertig gebildet enthalten oder in welchen das Stärkemehl durch Behandlung mit Säuren, respective mit Malz in Zucker übergeführt worden, werden in der Weise untersucht, daß man sie vergähren läßt und die Menge des bei der Vergährung entstandenen Alkoholes bestimmt.

Wenn man eine empfindliche Wage zur Verfügung hat, so kann man aber auch unmittelbar aus dem Gewicht der bei der Gährung entweichenden Kohlensäure auf die Menge des in der Flüssigkeit enthaltenen Alkoholes schließen und ist dieses Verfahren weil einfacher als die Destillationsprobe, für die Praxis sehr zu empfehlen.

Fig. 14.

Apparat zur Kohlensäure bestimmung.

Zur Ausführung des Gährungsversuches verwendet Verfasser kleine Glaskölbchen von 200 CC Fassungsraum, welche mit einem Korke verschlossen sind, der zweifach durchbohrt ist; in der einen Bohrung, Fig. 14, steckt ein Glasrohr, welches bis auf den Boden des Kolbens reicht, in der zweiten ein anderes zweimal rechtwinklig gebogenes Rohr, das mit einer Eprouvette verbunden ist, die kleine mit Schwefelsäure getränkte Bimssteinstücke enthält. Der Apparat wird leer gewogen, der Kolben mit 200 CC der zu untersuchenden Flüssigkeit und 1 Gramm frischer Hefe beschickt und abermals genau gewogen. Damit die Gährung rasch und ohne Unterbrechung verlaufe, ist es von Wichtigkeit, dieselbe zwischen 25—30° C. vor sich gehen zu lassen; hat man eine größere Zahl von Bestimmungen auszuführen, so empfiehlt es sich, die Kölbchen in ein Wasserbad einzusetzen, dessen Temperatur constant bei 30 Graden erhalten werden kann. Nach beendeter Gährung saugt man durch längere Zeit Luft durch das Schwefelsäurerohr, erwärmt den Apparat auf etwa 80°, saugt abermals Luft durch, um alle Kohlensäure zu entfernen und bestimmt wieder sein Gewicht. In Folge der Einrichtung des Apparates kann aus demselben nur Kohlensäure entweichen, der Wasserdampf wird durch die Schwefelsäure zurückgehalten, das Gewicht des ganzen Apparates ist somit um das der entwichenen Kohlensäure verringert. Nach der Pasteur'schen Gährungsgleichung*) entsprechen 46,6 Gewichtstheile Kohlensäure 48,4 Gewichtstheilen Alkohol oder 100 Gewichtstheilen Zucker, so daß man durch eine einfache Rechnung den Alkoholgehalt der Flüssigkeit auffinden kann.

Das Verfahren der Bestimmung des gährungsfähigen Zuckers in eine Flüssigkeit durch directe Wägung ist ein sehr genaues und haftet demselben nur der

*) Band I., Seite 245.

Uebelstand an, daß es zu seiner Ausführung eines etwas längeren Zeitraumes bedarf; immer wird es aber von hohem Werthe sein, wenn es sich darum handelt, einen Controllversuch zur Prüfung eines anderen rascher zum Ziele führenden Verfahrens anzustellen, und gilt dies namentlich bei der Prüfung der Melasse, bei welcher in Folge der besonderen Eigenschaften der Körper, welche sich neben Zucker vorfinden, die Mengen von Alkohol, die man aus Melasse thatsächlich gewinnen kann, sehr erheblich vermindert werden können, so daß eigentlich nur die directe Vergährungsprobe brauchbare Resultate zu liefern im Stande ist.

Die Werthbestimmung der Melassen.

In der Praxis begnügt man sich meistens damit, die Melassen einfach mittels eines Araeometers auf ihr specifisches Gewicht zu untersuchen und aus dem letzteren einen Schluß auf den Zuckergehalt zu ziehen. Die Melasse als dicke Flüssigkeit ist schon hierdurch wenig geeignet, eine genaue Bestimmung des specifischen Gewichtes mittelst des Araeometers zu gestatten; allein selbst angenommen, daß das specifische Gewicht der Melassen auf anderem Wege, z. B. mittelst des Piknometers genau ermittelt würde, hätte diese Bestimmung auch nur wenig Werth, um zu einem für die Praxis brauchbaren Ergebnisse zu gelangen. Ebensowenig führt die optische Untersuchung mitttelst eines Polarisationsapparates, wie man ihn in den Zuckerfabriken zur Bestimmung des Rohrzuckers im Rübensafte anwendet, mit Rücksicht auf die Zwecke der Spiritusfabrikanten zum Ziele.

Die Melasse ist nämlich ein Körper, dessen Zusammensetzung sowohl in qualitativer als quantitativer Beziehung eine ungemein wechselnde ist, so daß eine Bestimmung des specifischen Gewichtes werthlos wird. Die Melasse enthält neben Rohrzucker, welcher rechts drehend wirkt, häufig noch Invertzucker und eine Anzahl von zum Theile noch nicht näher gekannten organischen Körpern, welche sowohl rechtsdrehend als links drehend sein können. Ueberwiegt die Menge der ersteren, so müssen die durch das Polarisationsinstrument gefundenen Zahlen zu hoch ausfallen, beim Vorwalten der letzteren zu niedrig; man würde daher auf diesem Wege ebenfalls keine brauchbaren Zahlen erhalten.

Es bleibt somit für die Werthbestimmung der Melasse nur die Gährungsprobe übrig, welche aber unter Anwendung gewisser Vorsichtsmaßregeln ausgeführt werden muß. Die Melassen enthalten nämlich sehr oft Körper, welche als Producte besonderer Gährungsvorgänge angesehen werden müssen, denen aber die Eigenschaft zukommt, die Alkoholgährung in ihrem Verlaufe derart zu beeinträchtigen, daß Melassen von dieser Beschaffenheit nur äußerst träge und unvollständig vergähren — man bezeichnet sie deshalb in der Praxis auch als „schwergährige Melassen“ . . . . . Es sind namentlich Säuren aus der Reihe der sogenannten fetten Säuren: Ameisen-, Essig-, Buttersäure u. s. w., welche in dieser Beziehung von nachtheiliger Wirkung sind, und schließt sich diesen die salpetrige Säure an, welche ebenfalls durch einen besonderen Gährungsvorgang aus den salpetersauren Salzen, welche in den Zuckerrüben in ansehnlichen Mengen enthalten sind, ent-

stehen kann. Nachdem diese Säuren nur im freien Zustande gährungshemmend wirken, nicht aber, wenn sie in Form von Salzen vorhanden sind, hat man in der Neutralisation der Melassen ein wirksames Mittel gefunden, um die Schwergährigkeit zu beseitigen. Man verfährt in der Praxis auf die Weise, daß man die Melassen mit Schlemmkreide kocht und dann wieder schwach ansäuert, indem zum normalen Verlauf der Alkoholgährung die Flüssigkeit eine saure Reaction zeigen soll.

Für die Zwecke der Gährungsprobe versetzt man 100 Gramm neutralisirte Melasse, welche mit Wasser verdünnt wurde, mit Weinsäure, bis die saure Reaction deutlich hervortritt, sodann mit Hefe und führt die Gährungsprobe genau so aus, wie oben angeführt wurde. An Stelle der Weinsäure kann man mit gleichem Erfolge Salzsäure oder Schwefelsäure anwenden und fügt immer soviel davon zu, daß die Flüssigkeit eben noch deutlich auf blaues Lakmuspapier reagirt. Um bei schwergährigen Melassen das Verhältniß der Schwergährigkeit zu ermitteln, kann man einen Parallelversuch ausführen, welcher so wie der erstere geführt wird, jedoch mit dem Unterschiede, daß man die Neutralisation der Melasse unterläßt. Manche Melassen, welche bei 12—15° B. schwergährig sind, vergähren leicht wenn man sie auf 9—10° B. verdünnt, indem bei dieser Verdünnung die Wirksamkeit der gährungshemmenden Körper so abgeschwächt wird, daß die Alkoholgährung ungestört verlaufen kann. Es müssen daher solche Parallelversuche immer mit Melassen von jener Concentration angestellt werden, welche man bei der Arbeit im Großen anwenden will .... Wenn es sich darum handeln sollte, eine Werthbestimmung anderer zuckerhaltiger Materialien vorzunehmen, z. B. solche von süßen Früchten, so könnte dieselbe ebenfalls und am einfachsten mit Hülfe des Gährungsverfahrens ausgeführt werden; im Falle man es mit fleischigeren Früchten zu thun hätte, müßten selbe vorher in zarten Brei verwandelt und dieser mit Wasser verdünnt angewendet werden. Solche Materialien endlich, welche schon Alkohol selbst enthalten, wie Weinhefe oder Wein, prüft man mittelst der Destillationsprobe, indem man allen Alkohol aus ihnen abdestillirt und aus dem specifischen Gewichte desselben den Percentgehalt des Materiales an Alkohol ableitet. Da wir auf diese Bestimmungsmethode noch ausführlicher zurückkommen müssen, so sei dieselbe hier nur erwähnt.

Die Werthbestimmung des Malzes.

Der Werth des Malzes für die Zwecke der Spiritusfabrikation ist in erster Reihe von dem Gehalte desselben an diastatischen Körpern abhängig, indem diese die Umwandlung von Stärkemehl in gährungsfähige Körper bewirken. Wenn man daher in der Praxis von der „Ausgiebigkeit" des Malzes oder von der „zuckerbildenden Kraft" desselben spricht, so ist mit diesen Ausdrücken immer der Gehalt des Malzes an diastatischen Körpern gemeint; je größer der Gehalt des Malzes an wirksamer Diastase ist, desto geeigneter ist es für die Zwecke des Spiritusfabrikanten.

Das Malz ist aber bekanntlich ein aus Rohgetreide herzustellendes Product und hängt die Güte desselben sowohl von der Beschaffenheit des angewendeten Getreides als von dem bei der Malzbereitung befolgten Verfahren ab. Nachdem wir diese Verhältnisse schon im zweiten Bande dieses Werkes*) ausführlich dargelegt haben, können wir hier nur in Kürze die maßgebenden Momente erwähnen.

1. Getreide, welches zu Malz verarbeitet werden soll, muß frei von zerbrochenen und verletzten Körnern, sowie von fremden Samen sein.
2. Die einzelnen Körner sollen gleich groß und gleich reif sein und zwar soll der Reifegrad bis zu jener Grenze fortgeschritten sein, welche man als Keimreife bezeichnet.
3. Die Keimungsfähigkeit muß in allen Körnern vorhanden sein und ist die Untersuchung des Getreides in dieser Beziehung von höchster Bedeutung.
4. Das Getreide soll frei von mikroskopischen Parasiten, namentlich von Schimmelsporen sein, indem die Gegenwart dieser Organismen von nachtheiligem Einfluß auf den Verlauf des Keimungsvorganges ist.

Wenn man im Stande wäre, die Mengen der diastatischen Körper im Malze ganz genau zu bestimmen, so würde hierdurch das einfachste Mittel gefunden sein, den Werth desselben für die Zwecke der Spiritusfabrikation durch Zahlen auszudrücken. Leider sind bis nun alle Methoden, welche man zur Ermittelung der Mengen der diastatischen Körper im Malze anwendet, höchst unzulänglich und ist das Verfahren zu einer annähernden Werthbestimmung des Malzes aus seiner Wirkung auf Stärkemehl, aus der „zuckerbildenden Kraft" desselben zu gelangen, noch jenes, welches die besten Aufschlüsse giebt. Bis nun ist aber auch dieses Verfahren nur wenig ausgebildet und wäre es sehr wünschenswerth, wenn in dieser Richtung eingehende Untersuchungen angestellt würden. Auf Grundlage solcher Versuche könnte festgestellt werden, wie groß die Mengen von Stärkemehl sind, welche in einer gegebenen Zeit durch eine als Einheit festzusetzende Menge von Malz bei einer bestimmten Temperatur in Zucker übergeführt werden können. Setzte man auf Grund zahlreicher Versuche die Stärkemenge, welche unter diesen Verhältnissen durch Grünmalz bester Gattung in Zucker übergeführt werden kann, gleich 100, so ließe sich die zuckerbildende Kraft irgend eines untersuchten Malzes in Percenten ausdrücken.

Die Ausführung derartiger Proben für die Praxis hat immer so zu geschehen, daß man in eine Reihe gleichgroßer Gefäße ein bestimmtes Quantum Malz, z. B. 1 Gramm, in zerkleinertem Zustande bringt, und mit gekochtem Stärkekleister von welchem ein bestimmtes Volumen genau 5 Gramm Stärke enthält übergießt. Das erste Gefäß hätte 1 Volumen dieses Kleisters, das zweite 2 Volumen ꝛc. respective 5, 10 ꝛc. Gramm Stärke zu erhalten und wären sodann sämmtliche Gefäße in einem Wasserbade auf die Maischtemperatur von 60° C. zu erwärmen und unter häufigem Umrühren ihres Inhaltes durch 15—20 Minuten bei dieser Temperatur zu erhalten. Ergiebt dann die Untersuchung der erkalteten

*) Band II S. 174 und fl.

Proben mit Jodlösung beispielsweise, daß in der Probe, welche 20 Gramm Stärke enthielt, keine Farbenerscheinung mehr eintritt, die Wirkung der Diastase so weit gediehen ist, daß nur mehr Achrodextrin neben Zucker vorhanden ist, indeß in der nächsten Probe (mit 25 Gramm Stärke) durch Jod noch Rothfärbung durch Erythrodextrin eintritt, so würde dies andeuten, daß die Grenze der zuckerbildenden Kraft des untersuchten Malzes zwischen 20 und 25 Gramm Stärke liegt.

Erwägt man den verhältnißmäßig sehr hohen Werth des Malzes im Vergleiche mit jenem der aufzuarbeitenden Rohmaterialien, so ist leicht einzusehen, daß solche Werthbestimmungen von großer Bedeutung für die Praxis sind, denn es ist durch sie das Mittel gegeben, die für eine Maischung anzuwendende Malzmenge auf das geringste zulässige Maß herab zu drücken. Eine Ersparniß von einigen Percenten Malz repräsentirt aber in einer Spiritusfabrik schon ganz erhebliche Summen und verdient daher diese sehr leicht durchzuführende Probe gewiß die volle Beachtung Seitens aller Praktiker.

Anhang.

In neuester Zeit hat Savalle *) wieder auf ein Material aufmerksam gemacht, welches sich unter Umständen in ausgezeichneter Weise zur Spiritusfabrikation eignen kann. Es sind die Caroben oder das Johannisbrot, die Früchte des in den Ländern um das Mittelmeer heimischen Baumes Ceratonia siliqua. Aus 10 kg cyprischer Caroben erhielt Savalle 2,2 l absoluten Alkohol, somit eine Ausbeute von 22 pCt.; aus algierischen Caroben wurden aus 100 kg Früchten 18 l absoluter Alkohol gewonnen. — Nachdem die Caroben, namentlich in ganzen Schiffsladungen in den Mittelmeerhäfen oft zu außerordentlich billigen Preisen zu beschaffen sind (100 kg kosten selbst in Paris nur 3 bis 4 Francs), so verdienen sie Seitens der Fabrikanten gewiß alle Beachtung.

*) Les distilleries. Seite 159.

II. Abschnitt.

IV. Theorie der Spiritusfabrikation.

Aus der Schilderung der Beschaffenheit jener Rohmaterialien, welche in der Spiritusfabrikation in Betracht kommen, ergiebt sich, daß wir es, wenn wir von der Verarbeitung der alkoholhaltigen Materialien vorläufig absehen, mit zwei Hauptmethoden der Fabrikation zu thun haben und zwar mit jener, nach welcher das Rohmaterial Stärkemehl, und jener, nach welcher Zucker zu verarbeiten ist. Ersteres Verhältniß findet statt, wenn es sich um die Verarbeitung von Kartoffeln, Getreide, Malz und sonstigen stärkemehlhaltigen Substanzen handelt; der zweite Fall tritt ein, wenn aus Melassen, Rüben, süßen Früchten, überhaupt aus zuckerhaltigen Früchten Alkohol gewonnen werden soll. Die Aufgabe des Spiritusfabrikanten ist eine um so einfachere, je weniger umständlich die Processe sind, welche er einleiten muß, um Alkohol in reinem Zustande zu erhalten. Wenn das Rohmaterial schon Alkohol enthält, so besteht die ganze Arbeit des Spiritusfabrikanten darin, den Alkohol durch Destillation abzuscheiden. Soll aus zuckerhaltigen Materialien Alkohol gewonnen werden, so muß vor der Destillation der Zucker durch den Gährungsproceß in Alkohol übergeführt werden. Am umständlichsten ist das Verfahren, wenn stärkemehlhaltige Körper als Rohmaterial gegeben sind; in diesem Falle ist es nothwendig, das Stärkemehl zuerst in gährungsfähigen Zucker, diesen in Alkohol umzuwandeln und letzteren schließlich durch Destillation zu gewinnen.

Aehnlich wie in der Bierbrauerei, und in noch höherem Maße als in dieser, ist die Mechanik befördernd auf die Processe eingetreten, durch welche allmählig Stärkemehl in Alkohol übergeführt wird und ist die Anwendung mechanischer Vorrichtungen so innig mit der Praxis der Spiritusfabrikation verbunden, daß man die eine nicht vollständig zu schildern im Stande ist, ohne der anderen zu gedenken.

Nachdem aber die chemisch-physiologischen Processe, welche bei der Ueberführung von Stärkemehl in Alkohol die Hauptsache sind und die hierbei in Anwendung kommenden Apparate nur dazu dienen, diese Processe möglichst vollkommen verlaufen zu machen und eine möglichst vollständige Ausnützung des gegebenen Materials zu bewirken, müssen wir unser Hauptaugenmerk zunächst auf diese Vorgänge richten, und werden in der Praxis der Spiritusfabrikation auf die mechanischen Hülfsmittel zurück zu kommen haben, welche angewendet werden, um die höchsten Ausbeuten zu erzielen.

Logischer Weise sollten wir in der Schilderung der theoretischen Verhältnisse von dem einfachsten Falle ausgehen, das ist von jenem, in welchem wir bereits fertigen Alkohol in Form von Wein oder Weinlager vor uns haben und in welchem die ganze Aufgabe des Spiritusfabrikanten darin besteht, den Alkohol für sich abzuscheiden. Dieser hätte die Fabrikation von Alkohol aus zuckerhaltigen Materialien und endlich jene aus solchen Körpern zu folgen, welche Stärkemehl enthalten. Wenn wir aber in unserer Darstellung der theoretischen Verhältnisse den entgegengesetzten Weg einschlagen, und mit dem complicirtesten Verfahren — jenem, bei welchem Stärkemehl als Rohmaterial gegeben ist, den Anfang machen, so hat dies seinen Grund darin, daß wir Wiederholungen zu vermeiden wünschen. Wenn einmal das Stärkemehl in Zucker umgewandelt ist, kann das Material weiter genau derselben Behandlung unterzogen werden, wie jenes, welches ursprünglich Zucker enthielt; durch die Gährung erhält man schließlich aus dem einen wie aus dem anderen Alkohol.

Wenn wir die bei Anwendung von stärkemehlhaltigen Rohmaterialien vorzunehmenden Arbeiten in's Auge fassen, so finden wir eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Reihenfolge derselben; sie zerfallen der Hauptsache nach in vier Hauptgruppen und zwar:

1. In eine Behandlung des Rohmaterials auf physikalischem oder chemischem Wege, durch welche das Stärkemehl in solche Form gebracht wird, daß es der Einwirkung jener Agentien, durch welche die Umsetzung desselben in Zucker bewirkt wird, leicht zugänglich gemacht oder aufgeschlossen wird.
2. In die Umwandlung des aufgeschlossenen Stärkemehles in gährungsfähigen Zucker.
3. In die Ueberführung des gährungsfähigen Zuckers in Alkohol.
4. In die Abscheidung des Alkohols aus der vergohrenen Flüssigkeit.

Die erste Arbeit: Die Aufschließung der Rohmaterialien wird zu dem Zwecke ausgeführt, die Zellen der Pflanzensubstanz, in welcher das Stärkemehl enthalten ist, so weit zu zerstören oder in ihrem Zusammenhange zu lockern, daß das Stärkemehl vollständig der Einwirkung jener Agentien blosgelegt wird, welche seine Umsetzung in Zucker zu bewirken haben. Diese Arbeit zielt somit hauptsächlich dahin, das vorhandene Material möglichst auszunützen und gleichzeitig das Stärkemehl in solche Form zu bringen, daß es von den betreffenden Agentien schnell verändert werden kann.

Der Weg, auf welchem man dieses Ziel zu erreichen trachtet, ist ein zweifacher, man sucht entweder die Lockerung der Zellen und das gleichzeitige Aufschließen oder Verkleistern der Stärke dadurch herbei zu führen, daß man die Materialien unter Mithülfe von Wasser von gewisser Temperatur behandelt oder daß man hierfür eine Lösung von schweseliger Säure verwendet.

Die Ueberführung des durch die eben genannten Operationen hierfür vorbereiteten Stärkemehles in gährungsfähigen Zucker geschieht ebenfalls nach zwei verschiedenen Methoden: entweder man bewirkt die Umsetzung des Stärkemehles durch Behandlung des aufgeschlossenen Rohmaterials mittelst Malz, resp. der in letzteren enthaltenen Diastase oder durch verdünnte Mineralsäuren.

In beiden Fällen gewinnt man Flüssigkeiten, welche gährungsfähigen Zucker enthalten; jene, welche durch Behandeln des aufgeschlossenen Materials mit Säuren entstand, wird unmittelbar durch Hefe in Gährung versetzt, Alkohol liefern; die Flüssigkeit, welche man durch Einwirkung von Malz erzielt, enthält neben Zucker noch andere Körper, welche erst unter dem gleichzeitigen Einflusse von Hefe und der in der Flüssigkeit enthaltenen Diastase in gährungsfähigen Zucker übergehen, so daß in diesem Falle der Proceß der Umwandlung des Stärkemehles in Zucker und jener der Umsetzung des Zuckers in Alkohol gewissermaßen zu einem einzigen verschmelzen.

Die Arbeiten, welche man Behufs der Abscheidung des durch Gährung entstandenen Alkoholes vorzunehmen hat, sind in allen Fällen die gleichen. Die Trennung des Alkohols von den übrigen aus dem Rohmateriale und der Gährung herstammenden Stoffen geschieht durch die Destillation.

Die Aufschließung des Stärkemehles.

Das Stärkemehl*) ist in der unveränderten Pflanze in einer Form enthalten, in welcher es der Einwirkung chemischer Agentien wenig zugänglich ist, und liegt

Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18.

nun die Aufgabe der Aufschließung darin, den Zustand des Stärkemehles in der Weise zu ändern, daß es von den chemischen Agentien sehr leicht und vollständig

*) Vergleiche Band II, Seite 50 u. ff.

verändert werden kann. Je vollständiger die Aufschließung stattfindet, desto mehr wird sich die aus einem gegebenen Materiale zu erzielende Alkoholmenge jener nähern, welche sich der Rechnung nach erzielen läßt.

Die Stärkekörner in den Pflanzenzellen unterscheiden sich bezüglich ihrer Form und Größe in bedeutender Weise; gewöhnlich bestehen sie aus einer großen Anzahl von Schichten, welche um einen gewissen Punkt, den sogenannten Kern, gelagert sind. (Fig. 15.) Bisweilen entstehen in einem Stärkekorne zwei Kerne (Fig. 16) und zerfällt ein solches Korn beim Anwachsen in zwei Theil-

Fig. 19.

Fig. 20.

körner. (Fig. 17.) In ähnlicher Weise bilden sich bisweilen in einem in Vergrößerung begriffenen Stärkekorn mehrere Kerne aus und entstehen dann unecht zusammengesetzte Theilkörner (Fig. 18, 19, 20).

Die einzelnen Schichten der Stärkekörner bestehen zum größten Theile aus Stärkemehl-Granulose und Stärkemehl-Cellulose; erstere Verbindung überwiegt sehr bedeutend, doch enthalten die äußeren Schichten der Stärkekörner mehr Cellulose als die inneren. Es ist sehr wahrscheinlich, daß es zwei Modificationen der Stärke-Cellulose giebt, von welchen die eine gegen die Einwirkung von chemischen Agentien sehr widerstandsfähig ist, indeß die andere und die Granulose leicht angreifbar sind.

Behandelt man daher Stärkekörner mit verdünnten Säuren, mit Ptyalin (einem im Speichel vorkommenden Fermente), Diastase (Malzauszug) oder mit Wasser bei höherem Drucke, so geht zuerst Granulose in Lösung und die Cellulose hinterbleibt in Form sehr dünner Schichten, welche gleichsam das Gerippe des Stärkekornes bilden; allmählig löst sich bei der Behandlung mit Wasser jedoch auch die Cellulose bis auf 2—2,5 pCt. vom Gewichte des Stärkekornes, und stellt dieser Rückstand, welcher durch Kalilauge in Lösung gebracht werden kann, die zweite Modification der Cellulose dar.

Es ist übrigens wahrscheinlich, daß zwischen Granulose und den beiden Modificationen der Cellulose, welche sämmtlich die gleiche percentische Zusammensetzung zeigen, Verbindungsglieder existiren, durch welche der eine Körper in den anderen übergeht; es ergiebt sich dies aus neueren Untersuchungen über das Verhalten der in der Stärke vorkommenden Körper gegen Jod. Während man früher annahm, daß die Granulose durch Jod blau, die Cellulose aber nicht gefärbt

werde, geht aus den neueren Arbeiten hervor, daß die Celluloſe durch Jod gelb gefärbt wird und daß ſich in mit Waſſer unter Druck behandelter Stärke Uebergänge der Farben in roth-violett, röthlich bis gelb bei der Behandlung mit Jod ergeben, was ſchon auf das Vorhandenſein von Uebergangsformen zwiſchen Granuloſe und Celluloſe hindeutet.

Die chemiſche Zuſammenſetzung aller im Stärkemehl enthaltenen Verbindungen iſt dieſelbe und entſpricht der Formel $C_6 H_{10} O_5$; wahrſcheinlich iſt die Formel zu vervielfachen; für die Darſtellung der Umſetzungsproceſſe, welchen die Stärke bei der Fabrikation von Spiritus unterzogen wird, genügt es nach den neuen Unterſuchungen über dieſe Umſetzungsproceſſe kaum mehr, die chemiſche Zuſammenſetzung der Stärke in dieſer einfachen Form auszudrücken. Nach Brown & Heron, welche in neueſter Zeit ausführliche Unterſuchungen über das Verhalten der Stärke gegen Diaſtaſe angeſtellt haben, iſt die richtige Formel des Stärkemehles mit $20 (C_6 H_{10} O_5)$ oder $C_{120} H_{200} O_{100}$ anzunehmen und werden wir an ſpäterer Stelle noch auf dieſe für die Theorie der Spiritusfabrikation auch in praktiſcher Beziehung wichtigen Arbeiten zurück zu kommen haben. Von größter Wichtigkeit für unſere Zwecke iſt aber das Verhalten der Stärke gegen Waſſer.

Waſſer von gewöhnlicher Temperatur verhält ſich gegen unverletzte Stärkekörner vollkommen wirkungslos, verletzt man aber die Stärkekörner durch ſtarkes Reiben, ſo geben ſie an Waſſer eine gewiſſe Menge von Granuloſe ab, das Waſſer wird durch Jodlöſung gebläut; in dem unverletzten Korne hindert die Gegenwart der Celluloſe die Einwirkung des Waſſers auf die Granuloſe.

Das Dämpfen.

Behandelt man Stärke mit Waſſer von höherer Temperatur, ſo läßt ſich mit Hülfe des Mikroskopes eine ſtarke Veränderung der Körner wahrnehmen: — die Körner erhalten in der Nähe der Kerne Riſſe, ſtrecken ſich in der Richtung der dünnſten Schichten, quellen ſehr ſtark, bis zum dreißigfachen des urſprünglichen Volumens, an und platzen endlich. Die aufgequollene Maſſe wird ſcheinbar zum Theile von dem Waſſer gelöſt und erſcheint im heißen Zuſtande dünnflüſſig, beim Erkalten ſcheidet ſich ein Theil derſelben wieder aus und nimmt die Maſſe eine dickflüſſige Beſchaffenheit an. Nimmt man das Erhitzen der Stärke mit Waſſer in geſchloſſenen Gefäßen und einer Temperatur von 125—130° C. vor, ſo wird nach mehrſtündigem Erwärmen bis zu ein Fünftel der Stärke geradezu in Zucker umgewandelt.

Die eigenthümliche Veränderung des Stärkemehles durch Erwärmen mit Waſſer, das Verkleiſtern, hat den Zweck, die Stärke der Einwirkung der Säuren oder der Diaſtaſe leicht zugänglich zu machen; das Dämpfen der Kartoffel in der Praxis der Spiritusfabrikation iſt hierauf zurück zu führen. Die einzelnen Stärkegattungen verhalten ſich aber in dieſer Beziehung in verſchiedener Weiſe und unterſcheidet man hauptſächlich drei Stadien des Proceſſes, und zwar das Aufquellen, den Beginn der Verkleiſterung und die Vollendung der Verkleiſterung.

Nach Lippmann gelten für die verschiedenen Stärkesorten folgende Werthe:

Stärkegattung	Deutliche Quellung bei °C.	Beginn der Verkleisterung	Vollendung bei °C.
Roggen	45,0	50,0	55,0
Mais	50	55,0	62,5
Roßkastanien	52,5	56,25	58,75
Gerste	37,5	57,5	62,5
Kastanien	52,5	58,75	62,5
Kartoffel	46,25	58,75	62,5
Reis	53,75	58,75	61,25
Weizen	50,0	65,0	67,50
Buchweizen	55,0	68,75	71,25
Eichel	57,5	77,5	87,5
Sago	—	66,25	70,0
Arrow-root von Mar. arundin:	66,25	66,25	70,0
„ „ „ Ar. maculatum	50,00	58,75	62,5

Es muß hier noch besonders bemerkt werden, daß bei der Verkleisterung der Stärke keine Lösung derselben stattfindet, sondern nur ein ungemein starkes Quellen der Stärkesubstanz als solcher — durch Behandeln mit Wasser unter erhöhter Temperatur und Druck geht zwar ein Theil der Masse bleibend in Lösung aber nicht mehr als Stärke, sondern als Umsetzungsproducte derselben, als Zucker. Man kann aber nicht daran denken, durch bloße Anwendung von Wasser und sehr hohem Druck die Stärke ganz in lösliche Verbindungen überzuführen, indem bei Ueberschreitung einer gewissen Temperatur schon die Zersetzung der Stärke beginnt, eher dürfte dies durch Anwendung eines geringeren, aber lang andauernden Druckes ausführbar sein.

Veränderung des Stärkemehls beim Dämpfen.

Wenn man die Beschaffenheit der Kartoffelzellen in frischem Zustande vor und nach der Behandlung mit Wasser von höherer Temperatur untersucht, so findet man, daß man in ersterem Falle immer die Stärkekörner in ihren charakteristischen Formen genau unterscheiden kann, und daß diese in letzterem Falle um so undeutlicher werden, je weiter der Quellungsvorgang vorgeschritten ist. Nachdem, wie wir oben angegeben haben, die Stärkemehlkörner durch die Wasseraufnahme bis zum Dreißigfachen ihres ursprünglichen Volumens aufzuschwellen im Stande sind, so wäre zu vermuthen, daß durch ein genügend langes Erhitzen von Kartoffeln mit Wasser durch die aufquellenden Stärkekörner die Zellenwände gesprengt würden und der Inhalt derselben austritt. Das Dünnflüssigwerden des Kleisters bei erhöhter Temperatur und Anwendung von Druck beim Dämpfen der Kartoffeln schien eine Bürgschaft für die Richtigkeit dieser Ansicht zu sein.

In Wirklichkeit verhält sich aber die Sache in anderer Weise und wollen wir den Gang der Veränderung etwas eingehender schildern, indem dieselbe schon gegenwärtig für das sogenannte Hochdruckverfahren von Wichtigkeit ist, für die Zukunft der Spiritusfabrikation aber eine Bedeutung zu haben scheint, deren Tragweite noch gar nicht zu ermessen ist. Es erscheint jedoch möglich zu sein, daß man im Laufe der Zeit dahin gelangen wird, in dem Apparate, in welchem man das Dämpfen der Kartoffeln vornimmt, durch die bloße Einwirkung von schwach angesäuertem Wasser unmittelbar die Stärke in Zucker überzuführen, so daß die Anwendung des Malzes und des ganzen Maischprocesses wegfallen könnte.

Fig. 21.

Zellen in einer rohen Kartoffel. Vergr. 700. Nach Bersch.

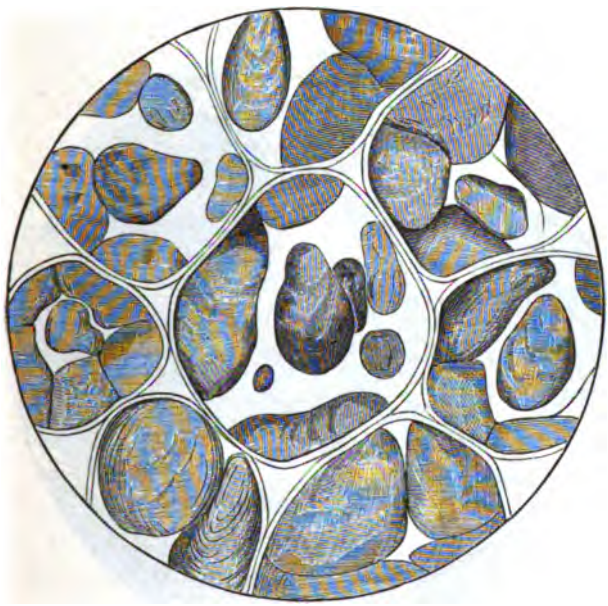
Die Veränderungen, welche das Stärkekorn bei lang andauerndem Kochen mit Wasser von 100° C. und bei kürzerer Behandlung mit Wasser von 130° C. (unter Druck) erleidet, lassen sich ihrer Natur nach in solche unterscheiden, welche blos die äußere Form betreffen, somit physikalische sind und in solche, durch welche schon eine Aenderung in der chemischen Beschaffenheit der Substanz selbst herbeigeführt wird. Im Beginne des Dämpfens sind es wohl nur physikalische Veränderungen, welche wir beobachten können; wenn dieselben aber bis zu einer gewissen Grenze fortgeschritten sind, fängt auch die chemische Wirkung des Wassers

ſich zu äußern an, und kann dieſe ſo weit getrieben werden, daß ein ſehr großer Theil des Stärkemehls in Zucker übergeführt wird.

a. Phyſikaliſche Veränderungen beim Dämpfen.*)

Wenn man eine Kartoffel für ſich allein (das heißt: ohne Waſſerzuſatz) erwärmt, ſo zeigt ein Querſchnitt derſelben nach einiger Zeit unter dem Mikroſkope ein ganz anderes Ausſehen, als der einer nicht erwärmten Kartoffel. Während

Fig. 22.



Zellen in einer trocknen auf 100° C. erwärmten Kartoffel. Vergr. 700. Nach Berſch.

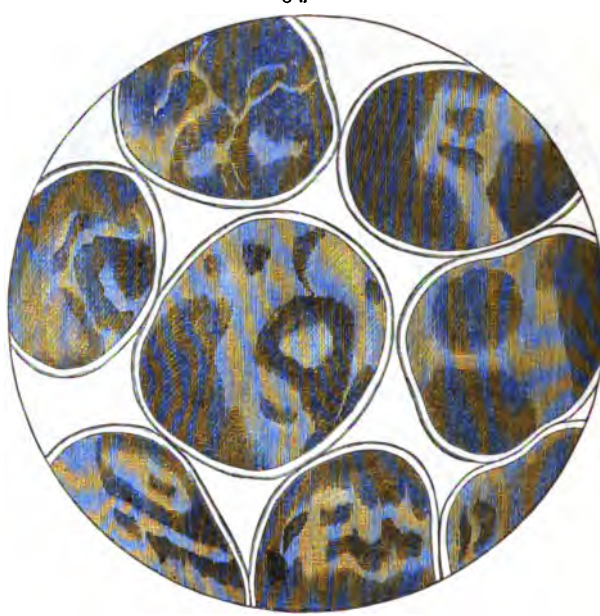
bei letzterer die einzelnen Stärkekörner ſcharf abgegrenzt ſind und ihre charakteriſtiſche Structur deutlich wahrgenommen werden kann, beobachtet man an der erwärmten Kartoffel, daß die Stärkekörner ſchon merklich größer geworden ſind, ſie haben den Zellſaft aufgeſaugt und ſind zum Theile gequollen. Fig. 21 giebt

*) Das Verdienſt, die Theorie des Dämpfens unter erhöhtem Druck in ungemein überſichtlicher Weiſe und auf Grundlage eigener Unterſuchungen dargeſtellt zu haben, gebührt Prof. Maercker in Halle; für das Hochdruckverfahren werden die Arbeiten ſtets von größter Bedeutung bleiben. Vergleiche: „Die Spiritusfabrikation“, 2. Auflage.

ein Bild des Zellenzuſtandes in einer ganz friſchen Kartoffel und Fig. 22 das Anſehen des Querſchnittes einer Kartoffel derſelben Art, nachdem ſie trocken durch 30 Minuten auf 100° C. erwärmt wurde.

Kocht man Kartoffeln in Waſſer oder in Dampf, ſo findet genau derſelbe Vorgang ſtatt. Die Stärkekörner ſaugen den Zellſaft ein und nehmen erſt nach längerem Kochen Waſſer von außen auf. Es bedarf aber eines ziemlich langen Zeitraumes bis die Stärkekörner ganz gequollen ſind und iſt hierzu mindeſtens ein einſtündiges Kochen in Waſſer oder Dampf erforderlich. Die einzelnen Stärkekörner quellen aber dann ſo mächtig auf, daß die mikroskopiſche Unterſuchung die

Fig. 23.

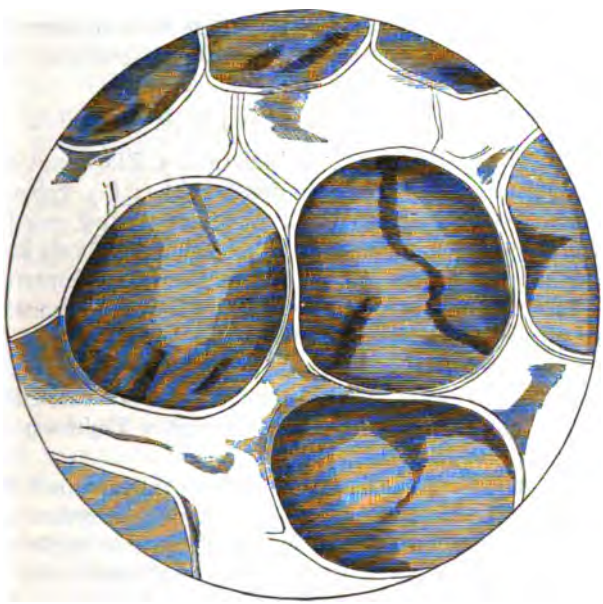


Zellen in einer bei 130° unter Druck gedämpften Kartoffel. Vergr. 700. Nach Berſch.

einzelnen Körner nicht mehr erkennen läßt; der Zelleninhalt erſcheint als gleichförmige Maſſe. Es iſt dies die weiteſtgehende Veränderung, welcher überhaupt der Inhalt der Zellen im phyſikaliſchen Sinne unterliegt. Selbſt wenn man die Kartoffelmaſſe unter Anwendung geſchloſſener Gefäße und erhöhtem Druck mit Waſſer behandelt, findet keine andere Veränderung in den Zellen ſtatt. Die Zellhüllen haben Elaſticität und Feſtigkeit genug, dem Drucke der gequollenen Stärkemaſſe Widerſtand zu leiſten; ſie dehnen ſich entſprechend aus, ohne jedoch zu zerreißen. (Vergleiche Fig. 23.)

Durch das lang andauernde Behandeln der Kartoffelmaſſe mit Waſſer findet aber eine andere wichtige Veränderung ſtatt: die Intercellularſubſtanz, welche die einzelnen Zellen feſt mit einander verbindet, wird zum Theil gelöſt, zum Theil ſo weit gelockert, daß ſich die Zellen, welche in Folge des Quellens ihres Inhaltes zu vergrößern beſtrebt ſind, von einander trennen. In der rohen Kartoffel ſtrebt jede Zelle beim Anwachſen eine ſphäroidale Geſtalt anzunehmen; nachdem ſich aber viele Zellen im Wachsthum begegnen, ſo müſſen die einzelnen Zellen die Form vielſeitiger Körper annehmen und ſind die einzelnen Flächen durch die Intercellularſubſtanz mit einander verkittet. Wenn nun letztere in Folge der lang

Fig. 21.



Zellen in einer bei 130° unter Druck andauernd gedämpften Kartoffel. Vergr. 700. Nach Berſch.

andauernden Behandlung der Kartoffelmaſſe mit Waſſer von 100° oder unter Druck mit Waſſer von 130 zum Theil gelöſt oder gelockert wird, ſo müſſen ſich die einzelnen Zellen, dem Beſtreben ſich auszudehnen, folgend, von einander zu trennen und zu ſphäroidalen, kugel- oder eiförmigen Körpern auszudehnen ſuchen.

Daß die Vorgänge wirklich in dieſer Weiſe ſtattfinden, zeigt uns abermals das Mikroskop: Fig. 23 iſt das Bild von Kartoffelzellen, welche unter Druck bei 130° C. mit Waſſer behandelt wurden. Die Zellen beginnen ſchon die ſphäroidale Form anzunehmen, die leeren Räume zwiſchen den Zellen zeigen die Auflöſung oder mindeſtens Lockerung der Intercellularſubſtanz an; bei fortgeſetzter Behand-

lung findet thatsächlich eine sehr weit gehende Trennung der einzelnen Zellen statt, wie dies durch Fig. 24 versinnlicht wird.

Unterwirft man genügend gedämpfte Kartoffelmasse einer mechanischen Behandlung, z. B. dem Quetschen durch Walzen, so wird der schon stark gelockerte Zusammenhang der einzelnen Zellen vollständig aufgehoben und die straffgespannten Wände der Zellen durch den Druck gesprengt; man erhält dann eine Masse, an welcher man unter dem Mikroskope nur noch die Trümmer der Zellhüllen in der Kleistermasse erkennen kann.

Wenn das Verfahren in der Praxis ein solches ist, daß die Verkleisterung der Stärke möglichst vollständig stattfindet und auch die Zerreißung der Zellhüllen erfolgt, so ist hierdurch auch das Mittel geboten, die größtmögliche Ausbeute an Alkohol zu erzielen, denn es ist nunmehr die Stärke in jenen Zustand versetzt, in welchem sie der Einwirkung der chemischen Agentien am leichtesten zugänglich ist.

b. Chemische Veränderungen beim Dämpfen.

Man bringt es durch mehrstündiges Erhitzen von Stärke mit Wasser unter höherem Druck, bei 2½ Atmosphären (entsprechend 130° C.), dahin, die Stärke vollkommen und bleibend zu verflüssigen. Läßt man nämlich eine so behandelte Masse erkalten, so geht sie nicht mehr in die zähe gelatinöse Masse über, in welche sich Kleister, der nur mit Wasser von 100° C. gekocht wurde, verwandelt, sondern es scheiden sich Stärketheilchen in ungemein zarten Körnern (sogenannten Sphärokrystallen) unter einer völlig klaren Flüssigkeit ab, welche Zucker in Lösung hält. Es müssen somit durch die Einwirkung des Wassers tiefgreifende Veränderungen in der Substanz der Stärke stattgefunden haben; das Dämpfen wirkt nicht blos in physikalischer, sondern auch in chemischer Beziehung ändernd auf das Stärkemehl ein.

Es wurde schon früher erwähnt, daß durch Behandlung mit Wasser unter hohem Druck das Stärkemehl nicht blos den oben geschilderten physikalischen Veränderungen unterliegt, sondern auch zum Theil direct in Zucker umgewandelt werden kann, nnd entsteht nun die Frage: ob es nicht möglich sei, durch langandauerndes Erhitzen und Anwendung eines sehr hohen Druckes die chemische Verwandtschaft von Stärke und Wasser zu einander so hoch zu steigern, daß sich beide zu Zucker vereinigen? Der Theorie nach wäre dies allerdings denkbar; wenn wir für Stärkemehl die oben angeführte einfache Formel festhalten, so braucht ein Stärkemolekül nur ein Molekül Wasser aufzunehmen, um sich in Dextrose zu verwandeln:

$$\underset{\text{Stärke}}{C_6H_{10}O_5} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} = \underset{\text{Dextrose}}{C_6H_{12}O_6}$$

oder wenn zwei Stärkemoleküle mit einem Wassermolekül zusammentreten, in Maltose überzugehen:

$$\underset{\text{Stärke}}{2(C_6H_{10}O_5)} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} = \underset{\text{Maltose.}}{C_{12}H_{22}O_{11}}$$

Man kann diese Frage gegenwärtig schon als gelöst betrachten und ist es nur mehr als eine Frage der Zeit anzusehen, wann die Zuckerbildung aus Stärke durch bloßes Erhitzen derselben mit Wasser im Großen angewendet werden wird. Durch 1½ Stunden dauerndes Erhitzen von Stärke mit der doppelten Gewichtsmenge von Wasser unter 4½ Druck wurden 34 pCt., bei 2½ stündigem Erhitzen aber 78 pCt. der Stärke in Zucker verwandelt. Der gewaltige Unterschied in der Menge des Zuckers, welcher durch die längere Dauer der Behandlung der Stärke mit Wasser erzielt werden kann, berechtigt wohl zu der Erwartung, daß bei noch längerer Einwirkung alles Stärkemehl in Zucker übergeführt werden könne.

Bei dem gegenwärtigen Stande der Technik ist es möglich, große Gefäße von solcher Festigkeit herzustellen, daß sie sehr hohen Druck ohne Gefahr des Zerrissenwerdens ertragen können; durch Anwendung solcher den Dampfkesseln ähnlich gebauten Gefäße müßte es nun in der Praxis auch möglich sein, im Großen dasselbe zu erzielen, was sich im Kleinen erreichen läßt: die Stärke direct in Zucker zu verwandeln. Wie wir alsbald auseinandersetzen werden, wird die Einwirkung des Wassers auf Stärkemehl durch die Gegenwart einer sehr kleinen Menge von Säuren außerordentlich befördert und könnte man durch Anwendung von angesäuertem Wasser die Einwirkung sehr beschleunigen, eventuell unter geringerem Drucke vor sich gehen lassen.

Die Einwirkung von Säuren auf Stärkemehl.

Schwefelsäure und Salzsäure üben schon in sehr verdünntem Zustande auf das Stärkemehl die Wirkung aus, daß sie dasselbe in lösliche Verbindungen umwandeln, und zwar in der Weise, daß zuerst die verschiedenen Modificationen von Dextrin und schließlich Zucker entsteht. Während unter Anwendung von Schwefelsäure die Umsetzung ziemlich träge von statten geht und selbst unter Anwendung von erhöhtem Druck und einer Temperatur von 115° C. hierzu 6 Stunden erforderlich sind, bewirkt Salzsäure die Umsetzung ohne Druckerhöhung schon in kürzerer Zeit und wäre hierdurch ein Mittel gegeben, die Stärke direct in Zucker zu verwandeln. Wenn man nämlich Stärke mit Wasser und sehr verdünnter Salzsäure unter wenig erhöhtem Druck und diesem entsprechender Temperatur behandelt, so geht die Umsetzung sehr rasch vor sich und handelt es sich, um diese Methode praktisch anwendbar zu machen, eigentlich nur darum, die geeigneten Gefäße anzuwenden und die Säure aus der Zuckerlösung auf passende Weise zu beseitigen.

Die Vortheile, welche hierdurch für die Praxis gewonnen werden können, bestehen in nichts weniger als in der vollständigen Beseitigung der Anwendung des Malzes und der Maischarbeit; die unmittelbar aus dem Stärkemehl gewonnene Zuckerlösung könnte nach dem Abkühlen auf die Gährungstemperatur sofort mit Hefe gestellt und in Gährung versetzt werden.

Während wir in den Kartoffeln schon eine so große Wassermenge vorfinden, daß diese zur Verkleisterung des Stärkemehles vollkommen ausreicht, liegen beim Getreide die Verhältnisse ganz anders; alle Getreidesamen enthalten weit weniger Wasser als zur Verkleisterung nothwendig ist; die große Menge von Albuminaten, die bedeutende Widerstandsfähigkeit der Hüllen der Getreidekörner und die geringere Größe der Stärkemehlkörner machen es weit schwieriger, das Stärkemehl in den Getreidesamen vollständig aufzuschließen als dies mit dem Stärkemehl der Kartoffeln der Fall ist.

Um daher bei Getreide zu entsprechenden Ausbeuten zu gelangen, wie sie nur bei vollkommener Aufschließung der Stärke gewonnen werden können, muß man zu verschiedenen Kunstgriffen seine Zuflucht nehmen; man muß das Getreide entweder als feines Mehl anwenden und durch sorgfältige mechanische Bearbeitung und Anwendung von heißem Wasser zu verkleistern trachten und den fertigen Kleister dann durch Malz verflüssigen, sonach ein Verfahren einschlagen, das mit jenem, welches in der Bierbrauerei angewendet wird, große Aehnlichkeit besitzt, oder man muß, wie es seit Einführung der Hochdruckapparate geschieht, die Aufschließung unter Anwendung von Wasser von höherer Temperatur, bisweilen auch unter Zuhülfenahme von Säuren bewerkstelligen, so daß im ganzen die Arbeit des Aufschließens der Stärke im Getreide weit schwieriger ist, als jene in den Kartoffeln und dem zu Folge auch die Ausbeuten verhältnißmäßig geringer ausfallen. Diese Verhältnisse machen in der Praxis manche Modifikationen des Verfahrens nothwendig, welche sich nicht nur auf die Aufschließung, sondern auch auf das Maischen und die Leitung der Gährung erstrecken und werden wir an späterer Stelle noch auf die verschiedenen Methoden, welche man bei der Verarbeitung von Getreide einzuschlagen hat, zurückkommen.

Die Umsetzung des aufgeschlossenen Stärkemehles in Zucker.

(Das Maischen.)

Die Umwandlung des Stärkemehles in Zucker kann auf mehrfache Weise geschehen und haben wir schon oben gezeigt, daß dieselbe durch Wasser und Anwendung von höherem Druck, sowie durch verdünnte Säuren bewerkstelligt werden kann; bis nun haben aber diese Methoden fast nur theoretisches Interesse und findet die Ueberführung des Stärkemehles in Zucker unter Anwendung von Diastase, respective von Malz statt; die ganze Fabrikation von Spiritus aus stärkehaltigen Materialien beruht auf dieser Einwirkung.

Die besonderen Eigenschaften jener Körper, welche man als diastatische bezeichnet, wurden schon im I. Band*) dieses Werkes eingehend geschildert und im zweiten Theile die Methoden beschrieben, nach welchen man bei der Fabrikation von Malz bestrebt ist, das Entstehen von Diastase zu befördern. Die Diastase kommt hauptsächlich in zwei gährungs-chemischen Gewerben: der Bierbrauerei und

*) Band I., Seite 280 u. ff.

der Spiritusfabrikation zur Wirksamkeit; obwohl nun in beiden Fällen der Diastase die Aufgabe zufällt, Stärkemehl in lösliche Form zu bringen und auch Zucker zu bilden, treten doch gewisse Verschiedenheiten hervor, welche principielle Unterschiede zwischen der Bedeutung der Diastase für die Bierbrauerei und die Malzfabrikation erkennen lassen. In der Bierbrauerei will man durch die Diastasewirkung eine Flüssigkeit erzielen, welche immer Zucker und Dextrin in gewissen Verhältnissen enthält und kann man überhaupt nur aus einer solchen Flüssigkeit Bier erhalten. Für den Spiritusfabrikanten handelt es sich aber darum, ausschließlich Zucker zu produciren; Dextrin, so ferne es nicht nachträglich in Zucker übergeführt werden kann, ist für ihn werthlos.

Wir haben schon im ersten Bande dieses Werkes darauf hingewiesen, daß die Wirksamkeit der Diastase auf Stärkemehl im innigsten Zusammenhange mit der Temperatur stehe, bei welcher man das Maischen vornimmt und sind seit dem Erscheinen dieses Bandes die diesbezüglichen Kenntnisse durch vielfache Untersuchungen sehr erweitert worden; wir müssen uns daher hier mit den bei der Behandlung von Stärke mit Malzauszug stattfindenden Vorgängen um so eingehender beschäftigen, als von der richtigen Durchführung derselben die Spiritusausbeute in eben so hohem Grade abhängig ist, als von der vollständig erfolgten Aufschließung der Stärke. — Die diastatischen Fermente — denn es ist fast mehr als wahrscheinlich, daß der als „Diastase" bezeichnete Körper aus mehreren, vielleicht sogar vielen Verbindungen bestehe — wirken bei verschiedenen Temperaturen in verschiedener Weise auf Stärkemehl ein. Die Producte der Umsetzung sind zwar stets die gleichen, es entsteht immer Maltose und Dextrin, die Mengen, in welchen aber diese beiden Verbindungen gebildet werden, sind variable und hängen von dem Wärmegrade ab, bei welchem die Einwirkung stattfindet.

Nach Schwarzer's*) Untersuchungen, welche durch neuere Versuche in gewisser Richtung bestätigt wurden, findet beim Zusammenbringen von Diastase mit Stärke die Umsetzung der letzteren innerhalb der Grenzen von 0° — 75 C. in der Weise statt, daß zwei Moleküle Stärke mit einem Molekül Wasser in Wechselwirkung treten und ein Molekül Zucker und ein Molekül Dextrin gebildet wird, nach der Gleichung

$$2\,C_6H_{10}O_5 + H_2O = C_6H_{10}O_5 + C_6H_{12}O_6$$

Stärke Wasser Dextrin Zucker.

Nimmt man die Maischung bei einer Temperatur vor, welche über 65 und unter 75° C. liegt (bei letzteren wird die Diastase überhaupt gänzlich unwirksam), so entstehen nach Schwarzer aus drei Stärke- und einem Wassermoleküle zwei Moleküle Dextrin und ein Molekül Zucker

$$3\,C_6H_{10}O_5 + H_2O = 2\,C_6H_{10}O_5 + C_6H_{12}O_6$$

Stärke Wasser Dextrin Zucker.

Ihrer Wesenheit nach sind dies Spaltungsgleichungen, welche Schwarzer aufgestellt hat; es entstehen unter den vorangegebenen Verhältnissen immer ein Molekül Dextrin und ein Molekül Zucker oder zwei Moleküle Dextrin und ein

*) Journal f. prakt. Chemie. N. F., Bd. I, Seite 212.

Molekül Zucker; aber die Annahme, daß Zucker von der Zusammensetzung $C_6H_{12}O_6$ entstehe, ist eine irrige. Durch die Einwirkung diastatischer Fermente auf Stärke entsteht in allen Fällen nur jene Zuckerart, welche man als Maltose bezeichnet und sind daher die oben angeführten Gleichungen so zu stellen, daß die Formel für Maltose $C_{12}H_{22}O_{11}$ in dieselben paßt, somit für den erst angegebenen Fall (1 Molekül Stärke und 1 Molekül Wasser ergeben je 1 Molekül Maltose und Dextrin)

$$C_{18}H_{30}O_{15} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + C_6H_{10}O_5$$

Stärke Wasser Maltose Dextrin

67,85 Gew.-pCt. 31,15 Gew.-pCt.

Sullivan, von welchem diese Gleichung herstammt, giebt dieselbe für die Temperaturgrenzen von 0—62° C. giltig an; für 64—68° C. bilden sich nach ihm aus 2 Stärkemolekülen 1 Maltose- und 4 Dextrinmoleküle:

$$2\,C_{18}H_{30}O_{15} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + 4\,(C_6H_{10}O_5)$$

34,54 Gew.-pCt. 65,46 Gew.-pCt.

Zwischen 68 und 70° C. findet nach Sullivan die Umsetzung in folgender Weise statt:

$$4\,C_{18}H_{30}O_{15} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + 10(C_6H_{10}O_5).$$

Wenn man sich die Thatsache vor Augen hält, daß bei einem normal durchgeführten Maischprocesse die höchste überhaupt erzielbare Maltosemenge 80,9 pCt. beträgt und versucht es auf Grundlage dieser Thatsachen eine Gleichung aufzustellen, so gelingt dies unter Annahme der von Brown und Heron aufgestellten Formel ohne Schwierigkeit:

$$C_{120}H_{200}O_{100} + 8H_2O = 8(C_{12}H_{22}O_{11}) + C_{24}H_{40}O_{20}$$

Stärke Wasser Maltose Dextrin

Die Dextrinmodificationen, welche während des Maischens entstehen, scheinen sehr zahlreiche zu sein; für die Praxis haben aber besonders jene Modificationen Wichtigkeit, welche sich dadurch auszeichnen, daß sie mit Jodlösung zusammengebracht, ganz bestimmte Farbenerscheinungen hervorbringen, welche dazu dienen können, den Verlauf der Reaction zu controliren. Man kann in dieser Richtung hauptsächlich folgende Dextrinmodificationen unterscheiden:

Erste Reaction:	Das verkleisterte Stärkemehl geht in lösliches über und färbt sich die Flüssigkeit mit Jodlösung	blau.
Zweite Reaction:	Es entsteht Amylodextrin I, welches mit Jodlösung erzeugt	violett.
Dritte Reaction:	Amylodextrin I geht in Amylodextrin II über und giebt dieses	burgunderroth.
Vierte Reaction:	Amylodextrin II verwandelt sich in Erythrodextrin und giebt dieses . .	roth.
Fünfte Reaction:	Erythrodextrin geht in Achroodextrin über und giebt dieses mit Jodlösung aber mit Alkohol einen weißen Niederschlag.	keine Färbung,

Die Umsetzung der Stärke findet in allen Fällen so statt, daß Maltose entsteht und neben dieser eine gewisse Modification von Dextrin gebildet wird. Die Dextrine stehen Anfangs in ihren Eigenschaften der Stärke näher, gehen aber allmälig in solche über, welche der Maltose näher stehen.

Wenn wir es versuchen, aus diesen theoretischen Darlegungen Folgerungen zu ziehen, welche von praktischem Werthe sind, so tritt uns vor allem anderen die Thatsache entgegen, daß ganz entschieden bei niedrigeren Temperaturen mehr Maltose gebildet wird als bei höheren und ist hiermit einer der wichtigsten Lehrsätze für die Praxis des Maischens gegeben: man kann 65° C. als die äußerste Temperaturgrenze ansehen, bis zu welcher überhaupt gegangen werden darf, ohne die Diastase nicht in ihrer Wirkung nach beendetem Verzuckerungsvorgange zu beeinträchtigen. (Wie wir unten auseinandersetzen werden, findet eine solche Nachwirkung der Diastase in dem Sinne statt, daß auch das Dextrin zur Vergährung gebracht werden kann.)

Die zweckmäßigste Temperatur für die maltosebildende Thätigkeit der Diastase liegt jedoch noch weit unter 65° C., welche Temperatur, wie gesagt, die obere überhaupt nicht zu überschreitende Grenze bildet. Nach den Untersuchungen von Baßwitz*) liegt diese Temperatur zwischen 44 und 45° C., indem bei dieser Temperatur in der kürzesten Zeit die größte Menge von Zucker gebildet wird. Wie sehr schon ganz geringe Temperaturunterschiede auf die Mengen von Maltose und Dextrin einwirken können, welche beim Maischen entstehen, ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung.

Maischtemperatur	bis zu 60° C.	bis zu 65° C.
ergiebt Maltose . . .	80,9	41,3
„ Dextrin . . .	19,1	58,7
	100,0	100,0

Wenn wir das, was uns diese Zahlen sagen, in Worte fassen, so bedeutet dies, daß unter 60° fast doppelt so viel Maltose gebildet wird, als zwischen 60 und 65° C. In beiden Fällen findet selbstverständlich für das Auge der gleiche Vorgang statt: die verkleisterte Masse wird rasch zu einer klaren dünnen Flüssigkeit, die Nachtheile der zu hohen Temperatur treten erst bei der Gährung hervor. Es ist daher Seitens des Praktikers einfach ein muthwilliges Nichtbeachten der von der Wissenschaft aufgefundenen Thatsachen, wenn er unnöthiger Weise eine bis zu 65° C. gehende Maischtemperatur anwendet und sich neben der Gefahr der Bildung großer Mengen von Dextrin auch noch jener aussetzt, die Diastase zur Vollführung ihrer zweiten Aufgabe: Ueberführung von Dextrin in Zucker während der Gährung unfähig zu machen.

Das einzige Hinderniß, welches sich der Anwendung so niederer Maischtemperaturen, wie die von Baßwitz aufgefundenen sind (44—45° C.), in der Praxis entgegenstellt, liegt in der Gefahr, daß bei diesen Temperaturen leicht eine übergroße Menge von Milchsäure gebildet werde, welche dann von nachtheiligem Ein-

*) Zeitschr. für Spiritusindustrie, Jahrg. 1879 Seite 321.

flusse auf die weitere Wirkung der Diastase ist. Bei Anwendung genügend gedämpfter und zerkleinerter Kartoffeln ist aber diese Gefahr in Wirklichkeit eine sehr geringe: das Stärkemehl ist durch die vorbereitenden Operationen in solche Form gebracht worden, daß es der Einwirkung der Diastase am raschesten unterliegt; wenn daher die geeignete Maischtemperatur angewendet wird, bei welcher die Diastase am kräftigsten wirkt, so wird die Maischdauer so erheblich abgekürzt, daß nur sehr geringe Mengen von Milchsäure entstehen können.

Wenn man mit Rohgetreide arbeitet, muß man allerdings bis zur die Verkleisterungstemperatur des in dem betreffenden Getreide enthaltenen Stärkemehles gehen, indem die Diastase nur dann auf letzteres einwirkt — das ist im Mittel auf 60° C.*); man könnte aber in dieser Beziehung auch dadurch einer zu starken Säurebildung entgegenwirken, daß man das Getreide mit sehr heißem Wasser einmaischt, nach geschehener Verkleisterung die Maische durch Zusatz von kaltem Wasser auf etwa 50° C. abkühlt und erst dann das Malz zufügt.

Die Entstehung einer gewissen Menge von Milchsäure während des Maischens ist, wie immer man auch arbeiten mag, gar nicht hintanzuhalten und handelt es sich nur darum, die Entwickelung des Milchsäure-Fermentes so weit einzuschränken, daß die spätere Wirkung der Diastase nicht gehemmt werde. Directe Untersuchungen über diesen Gegenstand haben ergeben, daß die Menge der Milchsäure in der zur Vergährung gelangenden Maische höchstens 5 Tausendstel betragen dürfe, um keine nachtheiligen Wirkungen auf die Diastase zu üben. Es wäre daher gewiß von Wesenheit für die Vergrößerung der Ausbeute, die Bildung von Milchsäure so viel möglich hintanzuhalten und wären sehr schwachsaure Maischen vor dem Anstellen zur Gährung noch besonders anzusäuern, indem bekanntlich Alkoholgährung nur in sauren Flüssigkeiten normal verläuft. Es kann keine Frage sein, welche Säure die geeignetste zu diesem Zwecke sei: wir brauchen uns nur daran zu erinnern, daß die Asche der Hefe überwiegend aus Phosphaten besteht, um zu dem Schluße zu kommen, daß sich Phosphorsäure am besten zu diesem Zwecke eigne.

Wir wollen es hier nicht unterlassen, auf ein Mittel hinzuweisen, durch welches möglicherweise die zu weit gehende Bildung von Milchsäure während des Maischens und der nachfolgenden Kühlung der Maischen verhindert werden könnte. Es ist bekannt, daß der Salicylsäure die Eigenschaft zukommt, schon in ungemein geringen Mengen einer Flüssigkeit zugesetzt, die in letzterer enthaltenen Organismen zu tödten. Die Salicylsäure verhält sich in dieser Beziehung den einzelnen Gruppen dieser Organismen gegenüber in verschiedener Weise: Spaltpilze und Bacterien, zu welchen das Milchsäureferment zu rechnen ist, werden schon durch Mengen von Salicylsäure getödtet, welche die Alkoholfermente noch nicht in der Entwickelung behindern und sind letztere gegen diese Körper wieder empfindlicher als die Schimmelpilze.

Es wäre nun zu untersuchen, ob die Wirkung der Salicylsäure auf die diastatischen Fermente nicht eine so geringe ist, daß man, ohne befürchten zu

*) Vergleiche die Tabelle auf Seite 71.

müssen, letztere in ihrer weiteren Wirksamkeit zu schädigen, der Maische eine Menge von Salicylsäure zusetzen könnte, welche genügend ist, um die weitere Wirkung des Milchsäureferm entes aufzuheben. Sollte der Versuch dies ergeben, so wäre in der Salicylsäure ein ausgezeichnetes Mittel gefunden, um eine zu weit gehende Säuerung der Maische, eventuell auch der Kunsthefe hintanzuhalten. Wir haben hier noch zu bemerken, daß etwas größere Mengen von Salicylsäure nach unseren Versuchen die Wirksamkeit der Diastase allerdings beeinträchtigen, doch dürften diese Mengen jedenfalls viel beträchtlichere sein, als zur Vernichtung des Milchsäureferm entes erforderlich sind.

Die Lösung der Frage: wie lange soll der Maischproceß fortgesetzt werden, ergiebt sich aus dem oben Gesagten von selbst: so lange, bis die höchste überhaupt erzielbare Menge von Maltose, das ist 80,9 pCt., gebildet ist, vorausgesetzt, daß der Verlauf des Maischprocesses keine Störung erlitten hat, in welch' letzterem Falle man trachten muß, durch Wiederherstellung der normalen Verhältnisse: Herbeiführung der richtigen Temperatur eventuell Ersatz der durch zu starkes Erwärmen unwirksam gewordenen Diastase durch neue (in Form von Malz) den ganzen Proceß wieder in die ihm durch die Naturgesetze vorgeschriebenen Bahnen zu bringen.

Um in dieser Beziehung nicht blindlings und auf Gerathewohl zu arbeiten, ist es, wie kaum nothwendig ist besonders hervorzuheben, auch für den geübtesten Praktiker unerläßlich, den Verlauf des Maischprocesses durch Anwendung gewisser rasch auszuführender Reactionen beständig unter Controle zu halten, indem er nur durch diese Reactionen in den Stand gesetzt wird, sich vollständig davon bewußt zu sein, was in der Maische vorgeht und was bei allenfalls eintretenden Unregelmäßigkeiten zu thun ist, um das Uebel wieder gut zu machen.

Der Verfolg des Maischprocesses.

Es wäre im höchsten Grade wünschenswerth, wenn wir Mittel an der Hand hätten, durch deren Anwendung es auf kurzem Wege möglich wäre, uns Aufklärung über das Mengenverhältniß der in der Maische enthaltenen Körper: Maltose und Dextrin, zu verschaffen; leider ist dies zur Zeit noch nicht der Fall. Wir kennen zwar Methoden, nach welchen man mit großer Genauigkeit das Verhältniß zwischen Maltose und Dextrin in der Maische zu bestimmen im Stande ist, allein alle diese Methoden setzen einerseits eine nicht geringe Fertigkeit in chemischen Arbeiten und den Besitz complicirter Apparate voraus und erfordern zu ihrer Ausführung immer einen verhältnißmäßig langen Zeitraum. Gerade aber der letztgenannte Umstand ist es, welcher diese Methoden für die Praxis ungeeignet macht; der Praktiker kann seine Maische nicht so lange sich selbst überlassen, bis er den Maltosegehalt derselben mit der Fehling'schen Lösung bestimmt hat; noch weniger kann er die mehrere Stunden erfordernde Methode anwenden, nach welcher die Umsetzung des vorhandenen Dextrins in Zucker durch Erhitzen der filtrirten Maische mit Schwefelsäure unter erhöhtem Druck ausge-

führt und aus der Differenz der Zuckermenge vor und nach der Behandlung der Dextringehalt berechnet werden kann.

Es bleibt also für die Praxis nur die qualitative Methode übrig, nach welcher der jeweilige Stand des Maischprocesses ermittelt werden kann, und bietet diese Art der Untersuchung genügende Anhaltspunkte, um die nöthige Aufklärung über die Beschaffenheit der Maische zu gewinnen. Diese Prüfung der Maische in qualitativer Beziehung beruht auf den Farbenerscheinungen, welche die Stärke und die verschiedenen Dextrine beim Zusammenbringen mit Jodlösung ergeben.

Wir haben im ersten Theile dieses Werkes*) das Verhalten der Stärke und deren Abkömmlinge gegen Jod ausführlicher dargelegt und erinnern hier nur daran, daß Stärke in der Kälte durch Jodlösung blau gefärbt wird (in heißen Flüssigkeiten tritt die Farbenerscheinung nicht ein) und daß diese Reaction ungemein empfindlich ist; wir wissen ferner, daß die durch die fortschreitende Einwirkung der Diastase (eventuell der Säuren) aus der Stärke entstehenden Dextrine ebenfalls charakteristische Farbenreactionen mit Jod ergeben, und zwar Amylodextrin violett, Erythrodextrin roth, Achrodextrin farblos.

In einer Maische, in welcher die Diastasewirkung in normaler Weise verläuft, wird demnach zu Beginn des Processes in der schon ganz verflüssigten Masse Jodlösung mit der löslichen Stärke noch eine blaue Färbung hervorbringen, welche sich mit dem Fortschreiten der Umsetzung durch violett in roth und schließlich in farblos umwandelt, wodurch zugleich das Ende des ganzen Processes angezeigt wird.

Die eben angezeigte Reihenfolge der Farbenerscheinungen findet aber nur bei ganz normalem Verlaufe des Maischungsvorganges statt; tritt z. B. der Fall ein, daß die Rothfärbung eine bleibende ist, so heißt dies in Worte übertragen: der Maischproceß ist bis zur Bildung von Erythrodextrin in normaler Weise fortgeschritten, in diesem Zeitpunkte ist aber die Wirksamkeit der Diastase (wahrscheinlich durch zu starkes Erwärmen) aufgehoben worden und kann der Proceß in Folge dessen nicht weiter fortschreiten; der begangene Fehler läßt sich nur durch entsprechende Regulirung der Temperatur und Zugabe von Malz und fortgesetztes Maischen wieder ausgleichen.

Zur Ausführung dieser, wie nicht besonders hervorgehoben zu werden braucht hochwichtigen Untersuchung der Maischen bedient man sich am besten einer Lösung von Jodkalium in Wasser, in welcher so viel Jod aufgelöst wurde, daß die Flüssigkeit eine hell braungelbe Farbe annimmt, filtrirt die zu untersuchenden Proben vollkommen klar durch Papier in Gefäße, welche durch Einstellen in kaltes Wasser abgekühlt sind; die Jodlösung darf erst zugefügt werden, nachdem die Proben auf die gewöhnliche Temperatur erkaltet sind.

Ergiebt die Prüfung der Maischen mit Jodlösung im Verlaufe des Maischens die allmälige Umsetzung durch das Eintreten der oben angegebenen Farbenerscheinungen, bleibt schließlich eine Probe auf Zusatz von Jodlösung vollkommen

*) Vergleiche Band I, Seite 67.

farblos und wurde die Maischtemperatur nie über 60° C. gebracht, so kann man die Maischung als beendet ansehen und annehmen, daß die Flüssigkeit nunmehr die höchst mögliche Menge von Maltose neben Achrodextrin enthalte.

Aus dem Vorstehenden ergeben sich eine Anzahl von Sätzen, welche für die Praxis von höchster Wichtigkeit sind und zwar:

1. Die bisher in der Praxis angewendeten Maischtemperaturen sind zu hoch.
2. Die geeignetste Temperatur zur Darstellung von Spiritusmaischen liegt zwischen 44 und 45° C.; bei diesem Wärmegrad wird in der kürzesten Zeit die größte Menge von Maltose gebildet.
3. Je mehr man die Temperatur steigert, desto weniger Maltose wird gebildet und sinkt deren Menge zwischen 60 und 65° C. schon auf die Hälfte der überhaupt erzielbaren herab.
4. In höheren Temperaturen erleidet die Diastase Veränderungen, welche sie nicht mehr geeignet machen, während der Gährung der Maischen die zur Erzielung der höchsten Alkoholmenge erforderliche Wirkung auszuüben.

Das Abkühlen der Maische.

Die gar gewordene Maische muß, bevor sie zur Gährung angestellt werden kann, auf jene Temperatur abgekühlt werden, bei welcher die Obergährung verläuft und sind in Bezug auf die Vornahme des Abkühlens gewisse Thatsachen zu beachten, welche für den weiteren Verlauf der Arbeit von großer Wichtigkeit sind. Wenn wir von den anderen Körpern absehen, so enthält jede richtig bereitete Maische Maltose, Dextrin, wirksame Diastase und lebendes Milchsäureferment. Eine Flüssigkeit von dieser Beschaffenheit und von der Maischetemperatur, beiläufig 50° C., ist aber ungemein geeignet, das Milchsäureferment zu ernähren.

Läßt man die Maische langsam abkühlen, so sinkt die Temperatur derselben zwar Anfangs ziemlich rasch auf 38 bis 40° C.; die weitere Abkühlung findet dann aber um so langsamer statt, je wasserreicher die Luft und je höher die Temperatur derselben ist. Um somit den Wärmezustand der Maische soweit zu verringern, bis derselbe auf der Gährungstemperatur angelangt ist, muß man die Maische mehrere Stunden lang sich selbst überlassen und zwar unter Temperaturen, welche der Entwickelung des Milchsäurefermentes ungemein günstig sind. Die nothwendige Folge hiervon ist aber, daß sich dieses Ferment mächtig entwickelt und man bei der Untersuchung der Flüssigkeit in Pausen von 30 zu 30 Minuten eine beständige Zunahme der in ihr enthaltenen Milchsäuremenge nachweisen kann.

Letztere wäre nun zwar während der Gährung selbst nicht besonders hinderlich, nachdem die Alkoholfermente in verhältnißmäßig sehr saueren Flüssigkeiten kräftig wuchern, z. B. im Traubenmoste, und würde die Gegenwart größerer Menge von Milchsäure in der Schlämpe auch für die Verwendung der letzteren nicht von nachtheiligem Einflusse sein; sie wirkt aber in dem Sinne schädlich, daß die noch zu besprechende Wirkung der Diastase in der gährenden Flüssigkeit

beeinträchtigt oder selbst ganz aufgehoben werden kann; wie wir oben angeführt haben, genügt schon ein Milchsäuregehalt, welcher fünf Tausendstel überschreitet, um die Wirkung der Diastase zu beeinträchtigen. Es ist daher aus diesen Gründen, wenn man von dem Verluste, welcher durch Umsetzen von Zucker in Milchsäure entsteht, ganz absieht, unbedingt nothwendig, das Abkühlen der gar gewordenen Maische in möglichst kurzer Zeit zu vollführen.

Je rascher die Abkühlung erfolgt, desto mehr wird das Milchsäureferment in seiner Wirksamkeit eingeschränkt, desto geringer sind die durch dieses Ferment bedingten Verluste an Zucker und desto rascher kann der ganze Proceß der Alkoholfabrikation, vom Maischen angefangen, bis zur Destillation der vergohrenen Maischen fortgeführt werden. Man kennt gegenwärtig eine sehr große Zahl von Kühlapparaten, welche uns die Möglichkeit bieten, selbst sehr heiße Flüssigkeiten in verhältnißmäßig sehr kurzer Zeit, in wenigen Minuten, welche sie zum Herabgleiten über Flächen, welche von innen erkaltet werden, brauchen, auf eine Temperatur von nahezu Null Graden abzukühlen, und ist es daher ein aus der Natur der Sache sich ergebendes Gebot für den Praktiker, das Kühlen seiner Maischen bis auf die Temperatur, bei welcher das Anstellen mit Hefe erfolgen soll, stets unter Anwendung eines möglichst rasch arbeitenden Kühlapparates vorzunehmen; die Kosten, welche der Betrieb eines solchen Apparates verursacht, sind sehr geringe, indem das warme Wasser, welches durch die Aufnahme der in der Maische enthaltenen Wärme entsteht, in der Spiritusfabrik immer zweckmäßige Verwendung findet. Eine Ausnahme von dieser Regel findet rationeller Weise nur bei der Darstellung der Maischen statt, welche unmittelbar zur Herstellung der sogenannten Kunsthefe verwendet werden sollen; bei dieser ist die Bildung von Milchsäure sogar nothwendig und erhält man aus diesem Grunde die Maische absichtlich bei jenen Temperaturen, welche der Entwickelung des Milchsäureferm entes am günstigsten sind. Indem wir bemerken, daß in Bezug auf die Verhältnisse der Abkühlung der Spiritusmaischen und jener der Bierwürzen sehr große Aehnlichkeiten bestehen und daher auch in beiden Fällen die Anwendung derselben Apparate mit geringen Modifikationen, welche durch den verschiedenen Flüssigkeitsgrad von Würze und Maische bedingt werden, zulässig ist, werden wir auf die Construction dieser Apparate an späterer Stelle zurückkommen.

Der Theorie nach wird das Abkühlen der Maischen in der Weise zu geschehen haben, daß:

1. die Abkühlung von Spiritusmaischen auf die Gährungstemperatur möglichst rasch zu erfolgen habe, und zwar aus dem Grunde, weil die sonst in reichlicher Menge entstehende Milchsäure auf die Wirksamkeit der Diastase nachtheiligen Einfluß nimmt.

2. Die Abkühlung der Maischen, welche zur Darstellung von Kunsthefe zu dienen haben, muß hingegen langsam erfolgen, weil in diesem Falle die Bildung von möglichst viel Milchsäure nothwendig ist.

Die Gährung.

Die dem Kühlen der Maische nächstfolgende Arbeit besteht in dem Versetzen der Maische mit Alkoholferment, welche, in der Praxis mit dem Namen des „Stellens" bezeichnete Operation den Zweck hat, die Alkoholgährung auf die zuckerhaltige Flüssigkeit zu übertragen; in theoretischer Beziehung ist es vollkommen gleichgültig, ob man sich hierzu der gewöhnlichen Hefe oder jener Masse bedient, welche man als „Kunsthefe" bezeichnet; beide Substanzen wirken durch ihren Gehalt an Alkoholferment. Der Theorie zu Folge soll die Gährung der Spiritusmaischen immer nur eine Alkoholgährung sein und demnach durch ein einziges Ferment aus der Gruppe der Alkoholfermente bedingt werden; in der Praxis kommt es aber leider nur zu oft vor, daß die Gährung der Alkoholmaischen weit davon entfernt ist, reine Alkoholgährung zu sein, sondern daß sich in derselben eine Menge von anderen Gährungsvorgängen einstellen, welche in irgend einer Weise nachtheiligen Einfluß auf den Hauptvorgang nehmen.

Nachdem der Organismus, welcher die Alkoholgährung bewirkt, zu jenen gehört, welche Sauerstoff mit größter Energie an sich reißen, und auch durch die Kohlensäure, welche sich bei der Alkoholgährung aus der Maische entwickelt, der Zutritt von Luft abgeschnitten wird, so können offenbar nnr jene Fermente neben dem Alkoholfermente zur Entwickelung gelangen, welche, ohne daß die Gegenwart von freiem Sauerstoff hierzu nothwendig wäre, wirken können. Die hier in Betracht kommenden Fermente sind das Milchsäureferment und das Buttersäureferment; ersteres ist während des eigentlichen Gährungsvorganges schon dadurch schädlich, daß es einen Theil der vorhandenen Maltose in Milchsäure umsetzt und denselben hierdurch der Alkoholbildung entzieht; noch gefährlicher ist aber das Buttersäureferment, indem schon eine sehr kleine Menge des specifischen Gährungsproductes dieses Fermentes: Buttersäure, hinreicht, um die Wirksamkeit des Alkoholfermentes aufzuheben.

Es wird daher dem oben angegebenen Verhalten fremder Fermente zu Folge eine der Hauptaufgaben des Spiritusfabrikanten sein müssen, seine Gährung möglichst rein zu führen, das heißt eine Hefe zu erzielen, die neben dem specifischen Alkoholfermente nur sehr wenig oder keine Organismen enthält, welche eine andere Gährung hervorzurufen im Stande wären. Daß es, um diesen Zweck zu erreichen, nothwendig sei, die Lebensverhältnisse der verschiedenen Fermente genau zu kennen, liegt auf der Hand; trotzdem giebt es selbst noch in unserer Zeit eine nicht geringe Anzahl von Praktikern, welche es für vollkommen überflüssig halten, sich diese Kenntnisse anzueignen und welche genug zu thun glauben, wenn sie nach gewissen „Recepten" fortarbeiten und entsprechende Ausbeuten an Alkohol erlangen. Wenn dann einmal aber die Ausbeute plötzlich eine ungenügende wird und zwar in Folge der mangelhaften Beschaffenheit der Hefe, so greifen diese Praktiker oft zu den widersinnigsten Mitteln, welche keine Abhülfe verschaffen können; indeß bei entsprechender Kenntniß der Eigenschaften der Gährungsorganismen die eigentliche Ursache der Störung leicht gefunden werden könnte.

Die genaue Kenntniß der Alkoholfermente und ihrer Wirkungen ist daher eines der ersten Erfordernisse, welche man an einen Brennereileiter zu stellen hat; besitzt er dieselbe nicht, so kann er bei allem Fleiß und Aufmerksamkeit doch das Eintreten schwerer Calamitäten im Betriebe der Fabrik herbeiführen, ohne im Stande zu sein, sich selbst Rath zu schaffen. Wir haben im ersten Bande dieses Werkes (Die Hefe und die Gährungserscheinungen) alles zusammengestellt, was bis nun über die Eigenschaften der Alkoholfermente und Gährungserreger anderer Art bekannt ist; indem wir uns hierauf beziehen, wollen wir hier nur dasjenige anführen, was speciell für den Spiritusfabrikanten von besonderer Wichtigkeit ist.*)

Die Hefe.

Die „Hefe", in der Bedeutung: Erreger der Alkohol-Gährung, besteht aus Angehörigen einer Familie von Pilzen, welcher man den Namen „Saccharomyces" gegeben hat. Während man früher nur zwei Varietäten eines Alkohol-Gährungspilzes, Unter- und Oberhefe, unterschied, kennt man gegenwärtig schon eine größere Zahl von Arten dieser Familie mit voller Sicherheit und scheint aus den Untersuchungen der Neuzeit hervorzugehen, daß die Zahl derselben eine sehr bedeutende sein müsse.

Für den Spiritusfabrikanten hat nur eine Saccharomycesart, welche seit Jahrhunderten in den Bierbrauereien und Branntweinbrennereien cultivirt wird, Interesse, indem dieses Alkoholferment das von ihm ausschließlich gezüchtete ist. Seiner Anwendung in der Bierbrauerei wegen hat man es Saccharomyces cerevisiae genannt und unterscheidet von demselben zwei Varietäten, welche man als Ober- und Unterhefe bezeichnet.

Die Entwickelungsweise von Saccharomyces cerevisiae (und mehrerer in dieselbe Familie gehöriger Pilze) findet in der Weise statt, daß entweder aus einer Zelle eine zweite, dritte u. s. f. hervorwächst und der Organismus sich durch Sprossung vermehrt (daher der Name Sproßpilze), oder daß sich in einer Zelle mehrere neue Zellen ausbilden, welche sich unter geeigneten Verhältnissen wieder durch Sprossung vermehren.

Die erste Art der Vermehrung der Hefezellen durch Sprossung ist jene, welche stattfindet, wenn die Zellen in Flüssigkeiten, welche sie zu ernähren vermögen, eingetaucht, somit von freiem Sauerstoff abgeschlossen sind. Die Pflanze wirkt dann als Ferment und äußert vergährende Wirkungen.**)

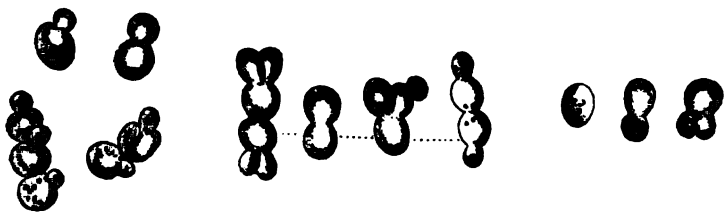
---

*) Bezüglich der näheren Darlegung der Eigenschaften der Gährungsorganismen müssen wir uns hier auf jenes Maß beschränken, welches nothwendig ist, um die Vorgänge bei der Gährung von Branntweinmaischen zu erklären.

**) Wir erwähnen hier, daß diese Anschauung über die Thätigkeit der Hefe von mancher Seite bestritten wird, und verweisen in dieser Beziehung auf die vorhergehenden Bände unseres Werkes; bis nun liegt keine Gährungstheorie vor, welche die hier angeführte endgültig zu verdrängen im Stande wäre.

Wird sprossende Hefe auf einem zu ihrer Ernährung dienlichen Körper der Einwirkung der Luft dargeboten, so ändert sich die Art ihrer Vermehrung: in den einzelnen Zellen bilden sich neue Zellen (sogenannte Ascosporen) aus; wird eine solche Mutterzelle (jetzt Ascus oder Sporenschlauch genannt) in eine gährungsfähige Flüssigkeit gebracht, so schwellen die Ascosporen an, sprengen die Hülle des Ascus und vermehren sich wieder durch Sprossung.

Fig. 25. Fig. 26. Fig 27.

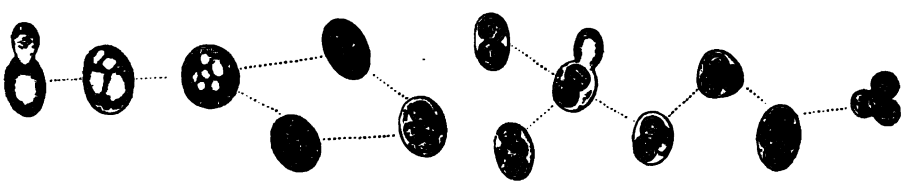


Saccharomyces cerevisiae. Unterhefe während der Hauptgährung. Nach Rees. Vergr. 400.

Fig. 28. Fig. 29.

Saccharomyces cerevisiae. Unterhefe während der Nachgährung. Nach Rees. Vergr. 400.

Fig. 30. Fig. 31.



Saccharomyces cerevisiae. Ascosporenbildung. Nach Rees Vergr. 750.

Die Abbildungen Fig. 25, 26, 27 stellen die Sproßverbände von Unterhefe, in Bierwürze cultivirt, während der Hauptgährung, Fig. 28 und 29 während der Nachgährung dar, und zeigen die Figuren 30 und 31 die Entwickelung von Ascosporen in Hefezellen, welche an der Luft cultivirt wurden.

Während wir in den Kartoffeln schon eine so große Wassermenge vorfinden, daß diese zur Verkleisterung des Stärkemehles vollkommen ausreicht, liegen beim Getreide die Verhältnisse ganz anders; alle Getreidesamen enthalten weit weniger Wasser als zur Verkleisterung nothwendig ist; die große Menge von Albuminaten, die bedeutende Widerstandsfähigkeit der Hüllen der Getreidekörner und die geringere Größe der Stärkemehlkörner machen es weit schwieriger, das Stärkemehl in den Getreidesamen vollständig aufzuschließen als dies mit dem Stärkemehl der Kartoffeln der Fall ist.

Um daher bei Getreide zu entsprechenden Ausbeuten zu gelangen, wie sie nur bei vollkommener Aufschließung der Stärke gewonnen werden können, muß man zu verschiedenen Kunstgriffen seine Zuflucht nehmen; man muß das Getreide entweder als feines Mehl anwenden und durch sorgfältige mechanische Bearbeitung und Anwendung von heißem Wasser zu verkleistern trachten und den fertigen Kleister dann durch Malz verflüssigen, sonach ein Verfahren einschlagen, das mit jenem, welches in der Bierbrauerei angewendet wird, große Aehnlichkeit besitzt, oder man muß, wie es seit Einführung der Hochdruckapparate geschieht, die Aufschließung unter Anwendung von Wasser von höherer Temperatur, bisweilen auch unter Zuhülfenahme von Säuren bewerkstelligen, so daß im ganzen die Arbeit des Aufschließens der Stärke im Getreide weit schwieriger ist, als jene in den Kartoffeln und dem zu Folge auch die Ausbeuten verhältnißmäßig geringer ausfallen. Diese Verhältnisse machen in der Praxis manche Modifikationen des Verfahrens nothwendig, welche sich nicht nur auf die Aufschließung, sondern auch auf das Maischen und die Leitung der Gährung erstrecken und werden wir an späterer Stelle noch auf die verschiedenen Methoden, welche man bei der Verarbeitung von Getreide einzuschlagen hat, zurückkommen.

Die Umsetzung des aufgeschlossenen Stärkemehles in Zucker.

(Das Maischen.)

Die Umwandlung des Stärkemehles in Zucker kann auf mehrfache Weise geschehen und haben wir schon oben gezeigt, daß dieselbe durch Wasser und Anwendung von höherem Druck, sowie durch verdünnte Säuren bewerkstelligt werden kann; bis nun haben aber diese Methoden fast nur theoretisches Interesse und findet die Ueberführung des Stärkemehles in Zucker unter Anwendung von Diastase, respective von Malz statt; die ganze Fabrikation von Spiritus aus stärkehaltigen Materialien beruht auf dieser Einwirkung.

Die besonderen Eigenschaften jener Körper, welche man als diastatische bezeichnet, wurden schon im I. Band*) dieses Werkes eingehend geschildert und im zweiten Theile die Methoden beschrieben, nach welchen man bei der Fabrikation von Malz bestrebt ist, das Entstehen von Diastase zu befördern. Die Diastase kommt hauptsächlich in zwei gährungs-chemischen Gewerben: der Bierbrauerei und

*) Band I., Seite 280 u. ff.

der Spiritusfabrikation zur Wirksamkeit; obwohl nun in beiden Fällen der Diastase die Aufgabe zufällt, Stärkemehl in lösliche Form zu bringen und auch Zucker zu bilden, treten doch gewisse Verschiedenheiten hervor, welche principielle Unterschiede zwischen der Bedeutung der Diastase für die Bierbrauerei und die Malzfabrikation erkennen lassen. In der Bierbrauerei will man durch die Diastasewirkung eine Flüssigkeit erzielen, welche immer Zucker und Dextrin in gewissen Verhältnissen enthält und kann man überhaupt nur aus einer solchen Flüssigkeit Bier erhalten. Für den Spiritusfabrikanten handelt es sich aber darum, ausschließlich Zucker zu produciren; Dextrin, so ferne es nicht nachträglich in Zucker übergeführt werden kann, ist für ihn werthlos.

Wir haben schon im ersten Bande dieses Werkes darauf hingewiesen, daß die Wirksamkeit der Diastase auf Stärkemehl im innigsten Zusammenhange mit der Temperatur stehe, bei welcher man das Maischen vornimmt und sind seit dem Erscheinen dieses Bandes die diesbezüglichen Kenntnisse durch vielfache Untersuchungen sehr erweitert worden; wir müssen uns daher hier mit den bei der Behandlung von Stärke mit Malzauszug stattfindenden Vorgängen um so eingehender beschäftigen, als von der richtigen Durchführung derselben die Spiritusausbeute in eben so hohem Grade abhängig ist, als von der vollständig erfolgten Aufschließung der Stärke. — Die diastatischen Fermente — denn es ist fast mehr als wahrscheinlich, daß der als „Diastase" bezeichnete Körper aus mehreren, vielleicht sogar vielen Verbindungen bestehe — wirken bei verschiedenen Temperaturen in verschiedener Weise auf Stärkemehl ein. Die Producte der Umsetzung sind zwar stets die gleichen, es entsteht immer Maltose und Dextrin, die Mengen, in welchen aber diese beiden Verbindungen gebildet werden, sind variable und hängen von dem Wärmegrade ab, bei welchem die Einwirkung stattfindet.

Nach Schwarzer's*) Untersuchungen, welche durch neuere Versuche in gewisser Richtung bestätigt wurden, findet beim Zusammenbringen von Diastase mit Stärke die Umsetzung der letzteren innerhalb der Grenzen von 0° — 75 C. in der Weise statt, daß zwei Moleküle Stärke mit einem Molekül Wasser in Wechselwirkung treten und ein Molekül Zucker und ein Molekül Dextrin gebildet wird, nach der Gleichung

$$2\,C_6H_{10}O_5 + H_2O = C_6H_{10}O_5 + C_6H_{12}O_6$$

Stärke Wasser Dextrin Zucker.

Nimmt man die Maischung bei einer Temperatur vor, welche über 65 und unter 75° C. liegt (bei letzteren wird die Diastase überhaupt gänzlich unwirksam), so entstehen nach Schwarzer aus drei Stärke- und einem Wassermoleküle zwei Moleküle Dextrin und ein Molekül Zucker

$$3\,C_6H_{10}O_5 + H_2O = 2\,C_6H_{10}O_5 + C_6H_{12}O_6$$

Stärke Wasser Dextrin Zucker.

Ihrer Wesenheit nach sind dies Spaltungsgleichungen, welche Schwarzer aufgestellt hat; es entstehen unter den vorangegebenen Verhältnissen immer ein Molekül Dextrin und ein Molekül Zucker oder zwei Moleküle Dextrin und ein

*) Journal f. prakt. Chemie. N. F., Bd. I., Seite 212.

Molekül Zucker; aber die Annahme, daß Zucker von der Zusammensetzung $C_6H_{12}O_6$ entstehe, ist eine irrige. Durch die Einwirkung diastatischer Fermente auf Stärke entsteht in allen Fällen nur jene Zuckerart, welche man als Maltose bezeichnet und sind daher die oben angeführten Gleichungen so zu stellen, daß die Formel für Maltose $C_{12}H_{22}O_{11}$ in dieselben paßt, somit für den erst angegebenen Fall (1 Molekül Stärke und 1 Molekül Wasser ergeben je 1 Molekül Maltose und Dextrin)

$$C_{18}H_{30}O_{15} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + C_6H_{10}O_5$$

Stärke — Wasser — Maltose — Dextrin

67,85 Gew.-pCt. — 31,15 Gew.-pCt.

Sullivan, von welchem diese Gleichung herstammt, giebt dieselbe für die Temperaturgrenzen von 0—62° C. giltig an; für 64—68° C. bilden sich nach ihm aus 2 Stärkemolekülen 1 Maltose- und 4 Dextrinmoleküle:

$$2\,C_{18}H_{30}O_{15} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + 4\,(C_6H_{10}O_5)$$

34,54 Gew.-pCt. — 65,46 Gew.-pCt.

Zwischen 68 und 70° C. findet nach Sullivan die Umsetzung in folgender Weise statt:

$$4\,C_{18}H_{30}O_{15} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + 10(C_6H_{10}O_5).$$

Wenn man sich die Thatsache vor Augen hält, daß bei einem normal durchgeführten Maischprocesse die höchste überhaupt erzielbare Maltosemenge 80,9 pCt. beträgt und versucht es auf Grundlage dieser Thatsachen eine Gleichung aufzustellen, so gelingt dies unter Annahme der von Brown und Heron aufgestellten Formel ohne Schwierigkeit:

$$C_{120}H_{200}O_{100} + 8H_2O = 8(C_{12}H_{22}O_{11}) + C_{24}H_{40}O_{20}$$

Stärke — Wasser — Maltose — Dextrin

Die Dextrinmodificationen, welche während des Maischens entstehen, scheinen sehr zahlreiche zu sein; für die Praxis haben aber besonders jene Modificationen Wichtigkeit, welche sich dadurch auszeichnen, daß sie mit Jodlösung zusammengebracht, ganz bestimmte Farbenerscheinungen hervorbringen, welche dazu dienen können, den Verlauf der Reaction zu controliren. Man kann in dieser Richtung hauptsächlich folgende Dextrinmodificationen unterscheiden:

Erste Reaction:	Das verkleisterte Stärkemehl geht in lösliches über und färbt sich die Flüssigkeit mit Jodlösung	blau.
Zweite Reaction:	Es entsteht Amylodextrin I, welches mit Jodlösung erzeugt	violett.
Dritte Reaction:	Amylodextrin I geht in Amylodextrin II über und giebt dieses	burgunderroth.
Vierte Reaction:	Amylodextrin II verwandelt sich in Erythrodextrin und giebt dieses . .	roth.
Fünfte Reaction:	Erythrodextrin geht in Achroodextrin über und giebt dieses mit Jodlösung aber mit Alkohol einen weißen Niederschlag.	keine Färbung,

Die Umsetzung der Stärke findet in allen Fällen so statt, daß Maltose entsteht und neben dieser eine gewisse Modification von Dextrin gebildet wird. Die Dextrine stehen Anfangs in ihren Eigenschaften der Stärke näher, gehen aber allmälig in solche über, welche der Maltose näher stehen.

Wenn wir es versuchen, aus diesen theoretischen Darlegungen Folgerungen zu ziehen, welche von praktischem Werthe sind, so tritt uns vor allem anderen die Thatsache entgegen, daß ganz entschieden bei niedrigeren Temperaturen mehr Maltose gebildet wird als bei höheren und ist hiermit einer der wichtigsten Lehrsätze für die Praxis des Maischens gegeben: man kann 65° C. als die äußerste Temperaturgrenze ansehen, bis zu welcher überhaupt gegangen werden darf, ohne die Diastase nicht in ihrer Wirkung nach beendetem Verzuckerungsvorgange zu beeinträchtigen. (Wie wir unten auseinandersetzen werden, findet eine solche Nachwirkung der Diastase in dem Sinne statt, daß auch das Dextrin zur Vergährung gebracht werden kann.)

Die zweckmäßigste Temperatur für die maltosebildende Thätigkeit der Diastase liegt jedoch noch weit unter 65° C., welche Temperatur, wie gesagt, die obere überhaupt nicht zu überschreitende Grenze bildet. Nach den Untersuchungen von Baßwitz*) liegt diese Temperatur zwischen 44 und 45° C., indem bei dieser Temperatur in der kürzesten Zeit die größte Menge von Zucker gebildet wird. Wie sehr schon ganz geringe Temperaturunterschiede auf die Mengen von Maltose und Dextrin einwirken können, welche beim Maischen entstehen, ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung.

Maischtemperatur	bis zu 60° C.	bis zu 65° C.
ergiebt Maltose . . .	80,9	41,3
„ Dextrin . . .	19,1	58,7
	100,0	100,0

Wenn wir das, was uns diese Zahlen sagen, in Worte fassen, so bedeutet dies, daß unter 60° fast doppelt so viel Maltose gebildet wird, als zwischen 60 und 65° C. In beiden Fällen findet selbstverständlich für das Auge der gleiche Vorgang statt: die verkleisterte Masse wird rasch zu einer klaren dünnen Flüssigkeit, die Nachtheile der zu hohen Temperatur treten erst bei der Gährung hervor. Es ist daher Seitens des Praktikers einfach ein muthwilliges Nichtbeachten der von der Wissenschaft aufgefundenen Thatsachen, wenn er unnöthiger Weise eine bis zu 65° C. gehende Maischtemperatur anwendet und sich neben der Gefahr der Bildung großer Mengen von Dextrin auch noch jener aussetzt, die Diastase zur Vollführung ihrer zweiten Aufgabe: Ueberführung von Dextrin in Zucker während der Gährung unfähig zu machen.

Das einzige Hinderniß, welches sich der Anwendung so niederer Maischtemperaturen, wie die von Baßwitz aufgefundenen sind (44—45° C.), in der Praxis entgegenstellt, liegt in der Gefahr, daß bei diesen Temperaturen leicht eine übergroße Menge von Milchsäure gebildet werde, welche dann von nachtheiligem Ein-

*) Zeitschr. für Spiritusindustrie, Jahrg. 1879 Seite 321.

flusse auf die weitere Wirkung der Diastase ist. Bei Anwendung genügend gedämpfter und zerkleinerter Kartoffeln ist aber diese Gefahr in Wirklichkeit eine sehr geringe: das Stärkemehl ist durch die vorbereitenden Operationen in solche Form gebracht worden, daß es der Einwirkung der Diastase am raschesten unterliegt; wenn daher die geeignete Maischtemperatur angewendet wird, bei welcher die Diastase am kräftigsten wirkt, so wird die Maischdauer so erheblich abgekürzt, daß nur sehr geringe Mengen von Milchsäure entstehen können.

Wenn man mit Rohgetreide arbeitet, muß man allerdings bis zur die Verkleisterungstemperatur des in dem betreffenden Getreide enthaltenen Stärkemehles gehen, indem die Diastase nur dann auf letzteres einwirkt — das ist im Mittel auf 60° C.*); man könnte aber in dieser Beziehung auch dadurch einer zu starken Säurebildung entgegenwirken, daß man das Getreide mit sehr heißem Wasser einmaischt, nach geschehener Verkleisterung die Maische durch Zusatz von kaltem Wasser auf etwa 50° C. abkühlt und erst dann das Malz zufügt.

Die Entstehung einer gewissen Menge von Milchsäure während des Maischens ist, wie immer man auch arbeiten mag, gar nicht hintanzuhalten und handelt es sich nur darum, die Entwickelung des Milchsäure-Fermentes so weit einzuschränken, daß die spätere Wirkung der Diastase nicht gehemmt werde. Directe Untersuchungen über diesen Gegenstand haben ergeben, daß die Menge der Milchsäure in der zur Vergährung gelangenden Maische höchstens 5 Tausendstel betragen dürfe, um keine nachtheiligen Wirkungen auf die Diastase zu üben. Es wäre daher gewiß von Wesenheit für die Vergrößerung der Ausbeute, die Bildung von Milchsäure so viel möglich hintanzuhalten und wären sehr schwachsaure Maischen vor dem Anstellen zur Gährung noch besonders anzusäuern, indem bekanntlich Alkoholgährung nur in sauren Flüssigkeiten normal verläuft. Es kann keine Frage sein, welche Säure die geeignetste zu diesem Zwecke sei: wir brauchen uns nur daran zu erinnern, daß die Asche der Hefe überwiegend aus Phosphaten besteht, um zu dem Schluße zu kommen, daß sich Phosphorsäure am besten zu diesem Zwecke eigne.

Wir wollen es hier nicht unterlassen, auf ein Mittel hinzuweisen, durch welches möglicherweise die zu weit gehende Bildung von Milchsäure während des Maischens und der nachfolgenden Kühlung der Maischen verhindert werden könnte. Es ist bekannt, daß der Salicylsäure die Eigenschaft zukommt, schon in ungemein geringen Mengen einer Flüssigkeit zugesetzt, die in letzterer enthaltenen Organismen zu tödten. Die Salicylsäure verhält sich in dieser Beziehung den einzelnen Gruppen dieser Organismen gegenüber in verschiedener Weise: Spaltpilze und Bacterien, zu welchen das Milchsäureferment zu rechnen ist, werden schon durch Mengen von Salicylsäure getödtet, welche die Alkoholfermente noch nicht in der Entwickelung behindern und sind letztere gegen diese Körper wieder empfindlicher als die Schimmelpilze.

Es wäre nun zu untersuchen, ob die Wirkung der Salicylsäure auf die diastatischen Fermente nicht eine so geringe ist, daß man, ohne befürchten zu

*) Vergleiche die Tabelle auf Seite 71.

müssen, letztere in ihrer weiteren Wirksamkeit zu schädigen, der Maische eine Menge von Salicylsäure zusetzen könnte, welche genügend ist, um die weitere Wirkung des Milchsäurefermentes aufzuheben. Sollte der Versuch dies ergeben, so wäre in der Salicylsäure ein ausgezeichnetes Mittel gefunden, um eine zu weit gehende Säuerung der Maische, eventuell auch der Kunsthefe hintanzuhalten. Wir haben hier noch zu bemerken, daß *etwas größere* Mengen von Salicylsäure nach unseren Versuchen die Wirksamkeit der Diastase allerdings beeinträchtigen, doch dürften diese Mengen jedenfalls viel beträchtlichere sein, als zur Vernichtung des Milchsäurefermentes erforderlich sind.

Die Lösung der Frage: wie lange soll der Maischproceß fortgesetzt werden, ergiebt sich aus dem oben Gesagten von selbst: *so lange, bis die höchste überhaupt erzielbare Menge von Maltose, das ist 80,9 pCt., gebildet ist*, vorausgesetzt, daß der Verlauf des Maischprocesses keine Störung erlitten hat, in welch' letzterem Falle man trachten muß, durch Wiederherstellung der normalen Verhältnisse: Herbeiführung der richtigen Temperatur eventuell Ersatz der durch zu starkes Erwärmen unwirksam gewordenen Diastase durch neue (in Form von Malz) den ganzen Proceß wieder in die ihm durch die Naturgesetze vorgeschriebenen Bahnen zu bringen.

Um in dieser Beziehung nicht blindlings und auf Gerathewohl zu arbeiten, ist es, wie kaum nothwendig ist besonders hervorzuheben, auch für den geübtesten Praktiker unerläßlich, den Verlauf des Maischprocesses durch Anwendung gewisser rasch auszuführender Reactionen beständig unter Controle zu halten, indem er nur durch diese Reactionen in den Stand gesetzt wird, sich vollständig davon bewußt zu sein, was in der Maische vorgeht und was bei allenfalls eintretenden Unregelmäßigkeiten zu thun ist, um das Uebel wieder gut zu machen.

Der Verfolg des Maischprocesses.

Es wäre im höchsten Grade wünschenswerth, wenn wir Mittel an der Hand hätten, durch deren Anwendung es auf *kurzem* Wege möglich wäre, uns Aufklärung über das Mengenverhältniß der in der Maische enthaltenen Körper: Maltose und Dextrin, zu verschaffen; leider ist dies zur Zeit noch nicht der Fall. Wir kennen zwar Methoden, nach welchen man mit großer Genauigkeit das Verhältniß zwischen Maltose und Dextrin in der Maische zu bestimmen im Stande ist, allein alle diese Methoden setzen einerseits eine nicht geringe Fertigkeit in chemischen Arbeiten und den Besitz complicirter Apparate voraus und erfordern zu ihrer Ausführung immer einen verhältnißmäßig langen Zeitraum. Gerade aber der letztgenannte Umstand ist es, welcher diese Methoden für die Praxis ungeeignet macht; der Praktiker kann seine Maische nicht so lange sich selbst überlassen, bis er den Maltosegehalt derselben mit der *Fehling*'schen Lösung bestimmt hat; noch weniger kann er die mehrere Stunden erfordernde Methode anwenden, nach welcher die Umsetzung des vorhandenen Dextrins in Zucker durch Erhitzen der filtrirten Maische mit Schwefelsäure unter erhöhtem Druck ausge-

führt und aus der Differenz der Zuckermenge vor und nach der Behandlung der Dextringehalt berechnet werden kann.

Es bleibt also für die Praxis nur die qualitative Methode übrig, nach welcher der jeweilige Stand des Maischprocesses ermittelt werden kann, und bietet diese Art der Untersuchung genügende Anhaltspunkte, um die nöthige Aufklärung über die Beschaffenheit der Maische zu gewinnen. Diese Prüfung der Maische in qualitativer Beziehung beruht auf den Farbenerscheinungen, welche die Stärke und die verschiedenen Dextrine beim Zusammenbringen mit Jodlösung ergeben.

Wir haben im ersten Theile dieses Werkes*) das Verhalten der Stärke und deren Abkömmlinge gegen Jod ausführlicher dargelegt und erinnern hier nur daran, daß Stärke in der Kälte durch Jodlösung blau gefärbt wird (in heißen Flüssigkeiten tritt die Farbenerscheinung nicht ein) und daß diese Reaction ungemein empfindlich ist; wir wissen ferner, daß die durch die fortschreitende Einwirkung der Diastase (eventuell der Säuren) aus der Stärke entstehenden Dextrine ebenfalls charakteristische Farbenreactionen mit Jod ergeben, und zwar Amylodextrin violett, Erythrodextrin roth, Achrodextrin farblos.

In einer Maische, in welcher die Diastasewirkung in normaler Weise verläuft, wird demnach zu Beginn des Processes in der schon ganz verflüssigten Masse Jodlösung mit der löslichen Stärke noch eine blaue Färbung hervorbringen, welche sich mit dem Fortschreiten der Umsetzung durch violett in roth und schließlich in farblos umwandelt, wodurch zugleich das Ende des ganzen Processes angezeigt wird.

Die eben angezeigte Reihenfolge der Farbenerscheinungen findet aber nur bei ganz normalem Verlaufe des Maischungsvorganges statt; tritt z. B. der Fall ein, daß die Rothfärbung eine bleibende ist, so heißt dies in Worte übertragen: der Maischproceß ist bis zur Bildung von Erythrodextrin in normaler Weise fortgeschritten, in diesem Zeitpunkte ist aber die Wirksamkeit der Diastase (wahrscheinlich durch zu starkes Erwärmen) aufgehoben worden und kann der Proceß in Folge dessen nicht weiter fortschreiten; der begangene Fehler läßt sich nur durch entsprechende Regulirung der Temperatur und Zugabe von Malz und fortgesetztes Maischen wieder ausgleichen.

Zur Ausführung dieser, wie nicht besonders hervorgehoben zu werden braucht hochwichtigen Untersuchung der Maischen bedient man sich am besten einer Lösung von Jodkalium in Wasser, in welcher so viel Jod aufgelöst wurde, daß die Flüssigkeit eine hell braungelbe Farbe annimmt, filtrirt die zu untersuchenden Proben vollkommen klar durch Papier in Gefäße, welche durch Einstellen in kaltes Wasser abgekühlt sind; die Jodlösung darf erst zugefügt werden, nachdem die Proben auf die gewöhnliche Temperatur erkaltet sind.

Ergiebt die Prüfung der Maischen mit Jodlösung im Verlaufe des Maischens die allmälige Umsetzung durch das Eintreten der oben angegebenen Farbenerscheinungen, bleibt schließlich eine Probe auf Zusatz von Jodlösung vollkommen

*) Vergleiche Band I, Seite 67.

farblos und wurde die Maischtemperatur nie über 60° C. gebracht, so kann man die Maischung als beendet ansehen und annehmen, daß die Flüssigkeit nunmehr die höchst mögliche Menge von Maltose neben Achrodextrin enthalte.

Aus dem Vorstehenden ergeben sich eine Anzahl von Sätzen, welche für die Praxis von höchster Wichtigkeit sind und zwar:

1. Die bisher in der Praxis angewendeten Maischtemperaturen sind zu hoch.
2. Die geeignetste Temperatur zur Darstellung von Spiritusmaischen liegt zwischen 44 und 45° C.; bei diesem Wärmegrad wird in der kürzesten Zeit die größte Menge von Maltose gebildet.
3. Je mehr man die Temperatur steigert, desto weniger Maltose wird gebildet und sinkt deren Menge zwischen 60 und 65° C. schon auf die Hälfte der überhaupt erzielbaren herab.
4. In höheren Temperaturen erleidet die Diastase Veränderungen, welche sie nicht mehr geeignet machen, während der Gährung der Maischen die zur Erzielung der höchsten Alkoholmenge erforderliche Wirkung auszuüben.

Das Abkühlen der Maische.

Die gar gewordene Maische muß, bevor sie zur Gährung angestellt werden kann, auf jene Temperatur abgekühlt werden, bei welcher die Obergährung verläuft und sind in Bezug auf die Vornahme des Abkühlens gewisse Thatsachen zu beachten, welche für den weiteren Verlauf der Arbeit von großer Wichtigkeit sind. Wenn wir von den anderen Körpern absehen, so enthält jede richtig bereitete Maische Maltose, Dextrin, wirksame Diastase und lebendes Milchsäureferment. Eine Flüssigkeit von dieser Beschaffenheit und von der Maischetemperatur, beiläufig 50° C., ist aber ungemein geeignet, das Milchsäureferment zu ernähren.

Läßt man die Maische langsam abkühlen, so sinkt die Temperatur derselben zwar Anfangs ziemlich rasch auf 38 bis 40° C.; die weitere Abkühlung findet dann aber um so langsamer statt, je wasserreicher die Luft und je höher die Temperatur derselben ist. Um somit den Wärmezustand der Maische soweit zu verringern, bis derselbe auf der Gährungstemperatur angelangt ist, muß man die Maische mehrere Stunden lang sich selbst überlassen und zwar unter Temperaturen, welche der Entwickelung des Milchsäurefermentes ungemein günstig sind. Die nothwendige Folge hiervon ist aber, daß sich dieses Ferment mächtig entwickelt und man bei der Untersuchung der Flüssigkeit in Pausen von 30 zu 30 Minuten eine beständige Zunahme der in ihr enthaltenen Milchsäuremenge nachweisen kann.

Letztere wäre nun zwar während der Gährung selbst nicht besonders hinderlich, nachdem die Alkoholfermente in verhältnißmäßig sehr saueren Flüssigkeiten kräftig wuchern, z. B. im Traubenmoste, und würde die Gegenwart größerer Menge von Milchsäure in der Schlämpe auch für die Verwendung der letzteren nicht von nachtheiligem Einflusse sein; sie wirkt aber in dem Sinne schädlich, daß die noch zu besprechende Wirkung der Diastase in der gährenden Flüssigkeit

beeinträchtigt oder selbst ganz aufgehoben werden kann; wie wir oben angeführt haben, genügt schon ein Milchsäuregehalt, welcher fünf Tausendstel überschreitet, um die Wirkung der Diastase zu beeinträchtigen. Es ist daher aus diesen Gründen, wenn man von dem Verluste, welcher durch Umsetzen von Zucker in Milchsäure entsteht, ganz absieht, unbedingt nothwendig, das Abkühlen der gar gewordenen Maische in möglichst kurzer Zeit zu vollführen.

Je rascher die Abkühlung erfolgt, desto mehr wird das Milchsäureferment in seiner Wirksamkeit eingeschränkt, desto geringer sind die durch dieses Ferment bedingten Verluste an Zucker und desto rascher kann der ganze Proceß der Alkoholfabrikation, vom Maischen angefangen, bis zur Destillation der vergohrenen Maischen fortgeführt werden. Man kennt gegenwärtig eine sehr große Zahl von Kühlapparaten, welche uns die Möglichkeit bieten, selbst sehr heiße Flüssigkeiten in verhältnißmäßig sehr kurzer Zeit, in wenigen Minuten, welche sie zum Herabgleiten über Flächen, welche von innen erkaltet werden, brauchen, auf eine Temperatur von nahezu Null Graden abzukühlen, und ist es daher ein aus der Natur der Sache sich ergebendes Gebot für den Praktiker, das Kühlen seiner Maischen bis auf die Temperatur, bei welcher das Anstellen mit Hefe erfolgen soll, stets unter Anwendung eines möglichst rasch arbeitenden Kühlapparates vorzunehmen; die Kosten, welche der Betrieb eines solchen Apparates verursacht, sind sehr geringe, indem das warme Wasser, welches durch die Aufnahme der in der Maische enthaltenen Wärme entsteht, in der Spiritusfabrik immer zweckmäßige Verwendung findet. Eine Ausnahme von dieser Regel findet rationeller Weise nur bei der Darstellung der Maischen statt, welche unmittelbar zur Herstellung der sogenannten Kunsthefe verwendet werden sollen; bei dieser ist die Bildung von Milchsäure sogar nothwendig und erhält man aus diesem Grunde die Maische absichtlich bei jenen Temperaturen, welche der Entwickelung des Milchsäureferm entes am günstigsten sind. Indem wir bemerken, daß in Bezug auf die Verhältnisse der Abkühlung der Spiritusmaischen und jener der Bierwürzen sehr große Aehnlichkeiten bestehen und daher auch in beiden Fällen die Anwendung derselben Apparate mit geringen Modifikationen, welche durch den verschiedenen Flüssigkeitsgrad von Würze und Maische bedingt werden, zulässig ist, werden wir auf die Construction dieser Apparate an späterer Stelle zurückkommen.

Der Theorie nach wird das Abkühlen der Maischen in der Weise zu geschehen haben, daß:

1. die Abkühlung von Spiritusmaischen auf die Gährungstemperatur möglichst rasch zu erfolgen habe, und zwar aus dem Grunde, weil die sonst in reichlicher Menge entstehende Milchsäure auf die Wirksamkeit der Diastase nachtheiligen Einfluß nimmt.

2. Die Abkühlung der Maischen, welche zur Darstellung von Kunsthefe zu dienen haben, muß hingegen langsam erfolgen, weil in diesem Falle die Bildung von möglichst viel Milchsäure nothwendig ist.

Die Gährung.

Die dem Kühlen der Maische nächstfolgende Arbeit besteht in dem Versetzen der Maische mit Alkoholferment, welche, in der Praxis mit dem Namen des „Stellens" bezeichnete Operation den Zweck hat, die Alkoholgährung auf die zuckerhaltige Flüssigkeit zu übertragen; in theoretischer Beziehung ist es vollkommen gleichgültig, ob man sich hierzu der gewöhnlichen Hefe oder jener Masse bedient, welche man als „Kunsthefe" bezeichnet; beide Substanzen wirken durch ihren Gehalt an Alkoholferment. Der Theorie zu Folge soll die Gährung der Spiritusmaischen immer nur eine Alkoholgährung sein und demnach durch ein einziges Ferment aus der Gruppe der Alkoholfermente bedingt werden; in der Praxis kommt es aber leider nur zu oft vor, daß die Gährung der Alkoholmaischen weit davon entfernt ist, reine Alkoholgährung zu sein, sondern daß sich in derselben eine Menge von anderen Gährungsvorgängen einstellen, welche in irgend einer Weise nachtheiligen Einfluß auf den Hauptvorgang nehmen.

Nachdem der Organismus, welcher die Alkoholgährung bewirkt, zu jenen gehört, welche Sauerstoff mit größter Energie an sich reißen, und auch durch die Kohlensäure, welche sich bei der Alkoholgährung aus der Maische entwickelt, der Zutritt von Luft abgeschnitten wird, so können offenbar nur jene Fermente neben dem Alkoholfermente zur Entwickelung gelangen, welche, ohne daß die Gegenwart von freiem Sauerstoff hierzu nothwendig wäre, wirken können. Die hier in Betracht kommenden Fermente sind das Milchsäureferment und das Buttersäureferment; ersteres ist während des eigentlichen Gährungsvorganges schon dadurch schädlich, daß es einen Theil der vorhandenen Maltose in Milchsäure umsetzt und denselben hierdurch der Alkoholbildung entzieht; noch gefährlicher ist aber das Buttersäureferment, indem schon eine sehr kleine Menge des specifischen Gährungsproductes dieses Fermentes: Buttersäure, hinreicht, um die Wirksamkeit des Alkoholfermentes aufzuheben.

Es wird daher dem oben angegebenen Verhalten fremder Fermente zu Folge eine der Hauptaufgaben des Spiritusfabrikanten sein müssen, seine Gährung möglichst rein zu führen, das heißt eine Hefe zu erzielen, die neben dem specifischen Alkoholfermente nur sehr wenig oder keine Organismen enthält, welche eine andere Gährung hervorzurufen im Stande wären. Daß es, um diesen Zweck zu erreichen, nothwendig sei, die Lebensverhältnisse der verschiedenen Fermente genau zu kennen, liegt auf der Hand; trotzdem giebt es selbst noch in unserer Zeit eine nicht geringe Anzahl von Praktikern, welche es für vollkommen überflüssig halten, sich diese Kenntnisse anzueignen und welche genug zu thun glauben, wenn sie nach gewissen „Recepten" fortarbeiten und entsprechende Ausbeuten an Alkohol erlangen. Wenn dann einmal aber die Ausbeute plötzlich eine ungenügende wird und zwar in Folge der mangelhaften Beschaffenheit der Hefe, so greifen diese Praktiker oft zu den widersinnigsten Mitteln, welche keine Abhülfe verschaffen können; indeß bei entsprechender Kenntniß der Eigenschaften der Gährungsorganismen die eigentliche Ursache der Störung leicht gefunden werden könnte.

Die genaue Kenntniß der Alkoholfermente und ihrer Wirkungen ist daher eines der ersten Erfordernisse, welche man an einen Brennereileiter zu stellen hat; besitzt er dieselbe nicht, so kann er bei allem Fleiß und Aufmerksamkeit doch das Eintreten schwerer Calamitäten im Betriebe der Fabrik herbeiführen, ohne im Stande zu sein, sich selbst Rath zu schaffen. Wir haben im ersten Bande dieses Werkes (Die Hefe und die Gährungserscheinungen) alles zusammengestellt, was bis nun über die Eigenschaften der Alkoholfermente und Gährungserreger anderer Art bekannt ist; indem wir uns hierauf beziehen, wollen wir hier nur dasjenige anführen, was speciell für den Spiritusfabrikanten von besonderer Wichtigkeit ist.*)

Die Hefe.

Die „Hefe", in der Bedeutung: Erreger der Alkohol-Gährung, besteht aus Angehörigen einer Familie von Pilzen, welcher man den Namen „Saccharomyces" gegeben hat. Während man früher nur zwei Varietäten eines Alkohol-Gährungspilzes, Unter- und Oberhefe, unterschied, kennt man gegenwärtig schon eine größere Zahl von Arten dieser Familie mit voller Sicherheit und scheint aus den Untersuchungen der Neuzeit hervorzugehen, daß die Zahl derselben eine sehr bedeutende sein müsse.

Für den Spiritusfabrikanten hat nur eine Saccharomycesart, welche seit Jahrhunderten in den Bierbrauereien und Branntweinbrennereien cultivirt wird, Interesse, indem dieses Alkoholferment das von ihm ausschließlich gezüchtete ist. Seiner Anwendung in der Bierbrauerei wegen hat man es Saccharomyces cerevisiae genannt und unterscheidet von demselben zwei Varietäten, welche man als Ober- und Unterhefe bezeichnet.

Die Entwickelungsweise von Saccharomyces cerevisiae (und mehrerer in dieselbe Familie gehöriger Pilze) findet in der Weise statt, daß entweder aus einer Zelle eine zweite, dritte u. s. f. hervorwächst und der Organismus sich durch Sprossung vermehrt (daher der Name Sproßpilze), oder daß sich in einer Zelle mehrere neue Zellen ausbilden, welche sich unter geeigneten Verhältnissen wieder durch Sprossung vermehren.

Die erste Art der Vermehrung der Hefezellen durch Sprossung ist jene, welche stattfindet, wenn die Zellen in Flüssigkeiten, welche sie zu ernähren vermögen, eingetaucht, somit von freiem Sauerstoff abgeschlossen sind. Die Pflanze wirkt dann als Ferment und äußert vergährende Wirkungen.**)

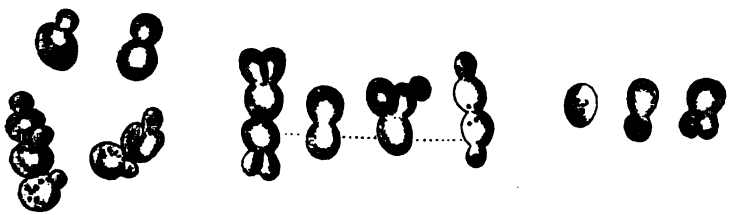
---

*) Bezüglich der näheren Darlegung der Eigenschaften der Gährungsorganismen müssen wir uns hier auf jenes Maß beschränken, welches nothwendig ist, um die Vorgänge bei der Gährung von Branntweinmaischen zu erklären.

**) Wir erwähnen hier, daß diese Anschauung über die Thätigkeit der Hefe von mancher Seite bestritten wird, und verweisen in dieser Beziehung auf die vorhergehenden Bände unseres Werkes; bis nun liegt keine Gährungstheorie vor, welche die hier angeführte endgültig zu verdrängen im Stande wäre.

Wird sprossende Hefe auf einem zu ihrer Ernährung dienlichen Körper der Einwirkung der Luft dargeboten, so ändert sich die Art ihrer Vermehrung: in den einzelnen Zellen bilden sich neue Zellen (sogenannte Ascosporen) aus; wird eine solche Mutterzelle (jetzt Ascus oder Sporenschlauch genannt) in eine gährungsfähige Flüssigkeit gebracht, so schwellen die Ascosporen an, sprengen die Hülle des Ascus und vermehren sich wieder durch Sprossung.

Fig. 25. Fig. 26. Fig 27.

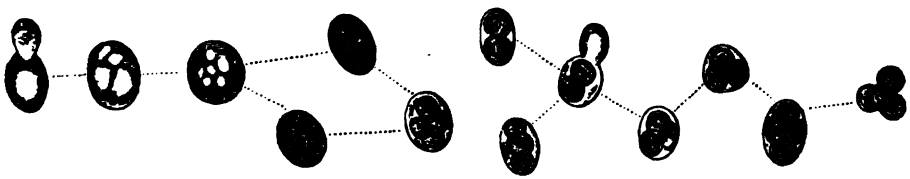


Saccharomyces cerevisiae. Unterhefe während der Hauptgährung. Nach Rees. Vergr. 400.

Fig. 28. Fig. 29.

Saccharomyces cerevisiae. Unterhefe während der Nachgährung. Nach Rees. Vergr. 400.

Fig. 30. Fig. 31.



Saccharomyces cerevisiae. Ascosporenbildung. Nach Rees Vergr. 750.

Die Abbildungen Fig. 25, 26, 27 stellen die Sproßverbände von Unterhefe, in Bierwürze cultivirt, während der Hauptgährung, Fig. 28 und 29 während der Nachgährung dar, und zeigen die Figuren 30 und 31 die Entwickelung von Ascosporen in Hefezellen, welche an der Luft cultivirt wurden.

Wie oben gesagt, unterscheidet man zwei Varietäten von Saccharomyces cerevisiae, welche mit einander so nahe verwandt sind, daß eine Varietät in die Lebensbedingungen der anderen gebracht, in diese übergeht und umgekehrt; die eine

Fig. 32.

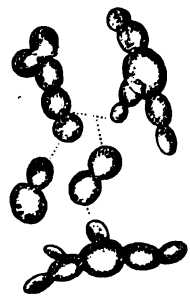
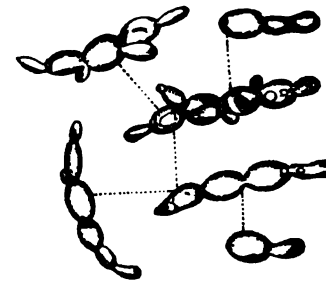


Fig. 33.



Saccharomyces cerevisiae. Oberhefe während der Hauptgährung. Nach Rees. Vergr. 400.

Fig. 34.

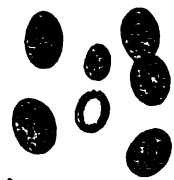
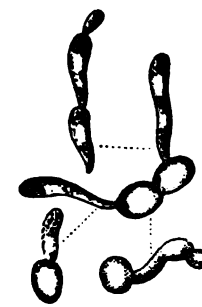


Fig. 35.



Saccharomyces cerevisiae. Seltenere Formen der Oberhefe während der Hauptgährung. Nach Rees. Vergr. 400.

Fig. 36.

Saccharomyces cerevisiae. Entwickelung der Sproßverbände bei Oberhefe. Nach Rees. Vergr. 400.

Varietät: Unterhefe, sinkt in den gährenden Flüssigkeiten zu Boden, die andere: Oberhefe, steigt an die Oberfläche derselben. Beide Varietäten unterscheiden sich

sowohl in Bezug auf ihre Lebensbedingungen und die Art des Verbandes der einzelnen Zellen unter einander; die Größenverhältnisse der beiden Varietäten dürften ziemlich dieselben sein und hängen vielfach von dem Alter und der mehr oder weniger kräftigen Ernährung der Hefe ab; nach Rees beträgt der Durchmesser der Zellen zwischen 8 und 9 Mikromillimeter und werden dieselben somit erst bei starken Vergrößerungen deutlich wahrgenommen.

Fig. 37.

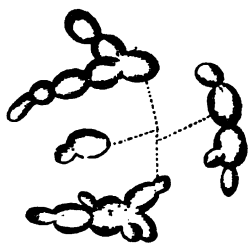
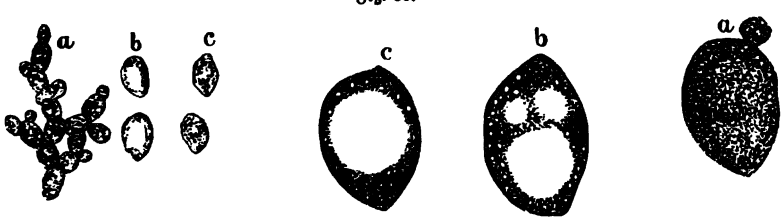


Fig. 38.

Saccharomyces cerevisiae. Oberhefe aus Branntweinmaische. Nach Rees. Vergr. 400.

Fig. 39.



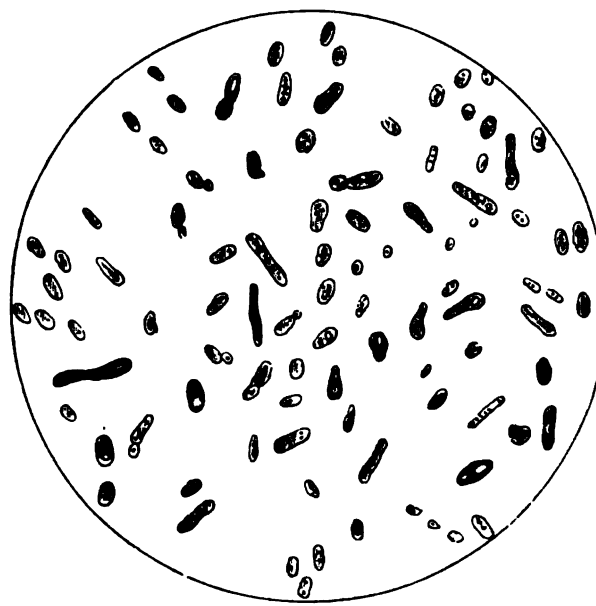
Bierhefe nach Brefeld's Zeichnungen.

Während bei der Unterhefe die Zahl der mit einander vereinigten Zellen, der sogenannte Sproßverband, eine geringe ist, finden wir bei der Oberhefe sehr reiche Sproßverbände vor und zeigen die Abbildungen Fig. 32, 33, 34, 35, 36, 37 und 38 verschiedene Formen, in welchen Oberhefe auftritt, und ist die Oberhefevarietät von Saccharomyces cerevisiae, diejenige, welche bei der Gährung von Spiritusmaischen immer in Anwendung gebracht wird.

Unter dem Mikroskope erscheinen normale Hefezellen als Gebilde von den durch die Abbildungen versinnlichten Gestalten, und bestehen aus einer farblosen Zellhülle, in welche eine sehr feinkörnige schwammige Masse, das Protoplasma, eingeschlossen ist, in der sich mit Flüssigkeit erfüllte Hohlräume (Vacuolen) befinden. Fig. 39 stellt das Aussehen normaler Hefezellen links bei schwächerer, rechts bei sehr starker Vergrößerung dar und sind in den letzteren Abbildungen die Vacuolen durch die hellen Stellen der Zeichnung versinnlicht.

Das Aussehen der Hefe unter dem Mikroskope giebt sichere Anhaltspunkte über den Zustand derselben und ihre Eignung zur Vollführung des Gährungsvorganges. Erscheinen die Hefezellen klein, einzeln, sind Sproßverbände und Ansätze zur Bildung neuer Zellen selten, die Zellmembran weniger durchsichtig und die Hohlräume im Innern der Zellen sehr zahlreich, wie dies durch Fig. 40 dargestellt wird, so deuten diese Erscheinungen mit Bestimmtheit darauf hin, daß die Hefe erschöpft und nicht mehr geeignet sei, kräftige Gährung hervorzurufen.

Fig. 40.

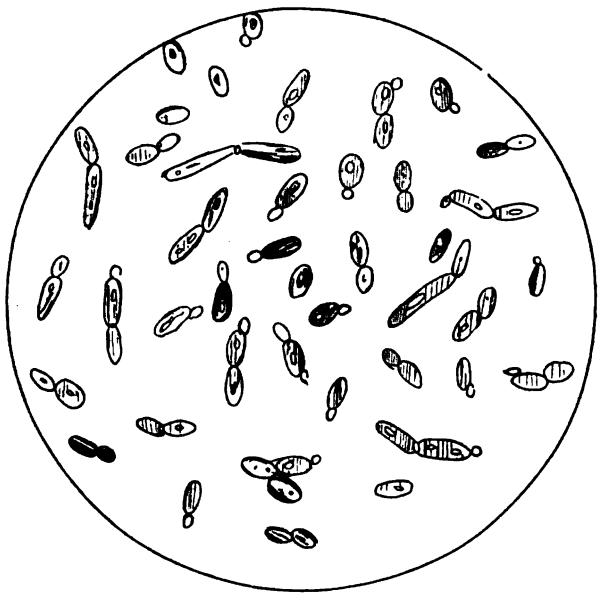


Schwachgewordene (alt gewordene) Hefe. Vergr. 500. Nach Berfch.

Die Hefe vermag nämlich den Mangel an freinem Sauerstoff nur durch eine gewisse Zeit ohne Nachtheil zu ertragen; wird sie durch zu lange Zeit gezwungen, in Flüssigkeit untergetaucht zu vegetiren, so wird sie in ihrer Gährwirkung geschwächt und nimmt das eben beschriebene Aussehen an. Führt man ihr hingegen wieder freien Sauerstoff zu, so verjüngt sich die Hefe gleichsam wieder, nimmt ein normales Aussehen an und beginnt rasch neue Zellen und reiche Sproßverbände zu bilden. Fig. 41 zeigt dieselbe Hefe wie in Fig. 40, nachdem sie durch Zufuhr von freiem Sauerstoff wieder gekräftigt wurde.

Während die äußersten Grenzen für die Wirksamkeit der Alkoholfermente sehr weite sind und etwa zwischen Null-Grad und 40° C. liegen, sind die Grenzen, innerhalb welcher sich die vergährende Wirksamkeit äußert, viel engere und wirkt Unterhefe zwischen 5 und 10° C., Oberhefe zwischen 30 und 35° C. am kräftigsten vergährend; es sind demnach in der Praxis immer diese Temperaturgrenzen als das Normale aufzufassen, innerhalb welcher die Hauptgährung der mit der betreffenden Hefevarietät gestellten Flüssigkeit stattfinden soll.

Fig. 41.



Verjüngte (wieder gekräftigte) Hefe. Vergr. 500. Nach Versch.

Der Theorie nach würde eine einzige Hefezelle genügen, um unbegrenzte Mengen von Zucker in geeigneten Nährflüssigkeiten zu vergähren; in der Praxis ist es aber nothwendig, zwischen der Menge des zu vergährenden Zuckers und der angewendeten Hefe ein bestimmtes Verhältniß herzustellen, indem nur dann der Gährungsvorgang mit der nöthigen Raschheit verläuft und die bald mächtig werdende Gährung der Entwickelung der fremden Fermente in kurzer Zeit unmöglich macht.

Man hat versucht, dieses günstigste Verhältniß zwischen Zucker und Hefe durch directe Wägung der letzteren zu ermitteln, ohne hierdurch zu einem entsprechenden Resultate zu gelangen; weit bessere Ergebnisse lassen sich in dieser Richtung durch Zählung der in einer gewissen Menge von Hefe enthaltenen Zellen des Alkohol-

fermentes erlangen. Die Zählung wird in der Weise vorgenommen, daß man unter das Mikroskop als Objectträger ein Glasplättchen legt, auf welches ein anderes von ⅛ mm Dicke aufgekettet ist, das in der Mitte eine kreisrunde Oeffnung besitzt; es entsteht so ein kleines cylindrisches Gefäß von ⅛ mm Höhe, die sogenannte Meßkammer. Im Oculare des Mikroskopes ist ein Mikrometer angebracht, welches in gleiche Quadrate getheilt ist. Blickt man durch das Mikroskop, so wird durch die Theilung des Mikrometers die Bodenfläche der Meßkammer in viele kleine Quadrate zerlegt; ist die Meßkammer mit Flüssigkeit gefüllt, so sieht man Prismen mit quadratischer Basis und $^1/_5$ mm Höhe.

Man schüttelt die zu untersuchende Flüssigkeit sehr kräftig, um die Hefezellen gleichförmig in ihr zu vertheilen, bringt einen Tropfen derselben in die Meßkammer und schließt diese durch ein Deckplättchen. In der Ruhe senken sich die Hefezellen zu Boden und kann man die auf einem Quadrate liegenden Hefezellen der Zahl nach bestimmen. Enthielt die Flüssigkeit so viele Hefezellen, daß dieselben in mehreren Schichten auf dem Boden der Meßkammer liegen, so verdünnt man ein gewisses Volumen der zu untersuchenden Hefe, z. B. 1 CC. mit 5—10 CC. Wasser, nimmt die Zählung vor und kann nun unter Berücksichtigung der Verdünnung die in einem gewissen Hefevolumen enthaltene Zahl von Hefezellen berechnen.

Wenn man eine Meßkammer anwendet, deren cubischer Inhalt durch sorgfältige Messungen genau bestimmt ist, so ist es durch Anwendung der Zählmethode möglich, zu berechnen, wie viele Hefezellen in 1 Liter der untersuchten Hefe enthalten sind und werden sich durch dieses Verfahren gewiß werthvolle Aufschlüsse über das Verhältniß zwischen Hefe und Zucker, Gährreffect und Hefevermehrung ergeben. Bis nun ist die Methode der Hefezählung noch nicht allgemein in die Praxis übergegangen, doch läßt sich erwarten, das dies sehr bald der Fall sein werde, indem man nur mit Hülfe derselben im Stande ist, das zweckmäßigste Verhältniß zwischen Hefe und Zucker zu erfahren.

Die Producte der Alkoholgährung.

Die chemische Wirksamkeit der Alkoholfermente auf Zuckerarten besteht darin, daß sie nicht directe gährungsfähige Zuckerarten, z. B. Rohrzucker, zuerst invertiren, d. h. in gährungsfähigen verwandeln und dann vergähren, directe gährungsfähige aber sogleich vergähren. Da bei der Gährung auch gewöhnlich Hefevermehrung stattfindet, somit alle jene Verbindungen, welche den Leib der Hefepflanze bilden, aus den vorhandenen Nährstoffen neu gebildet werden müssen, so ist der ganze Chemismus der Alkoholgährung ein ungemein complicirter Vorgang, welcher noch lange nicht in zureichender Weise erklärt ist.

Wenn wir uns auf die Hauptproducte beschränken, welche bei der Gährung neugebildet werden, so können wir sagen, daß der Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerlegt werde. Diese Art der Erklärung ist aber die denkbar roheste, welche es giebt immer entstehen neben Alkohol und Kohlensäure noch andere Verbindungen, welche ebenso bestimmt Producte der sogenannten geistigen Gährung sind, wie Alkohol und Kohlensäure, und zwar sind diese Körper Glycerin und Bernstein-

säure. Ohne uns hier weiter mit den theoretischen Erörterungen über die Processe zu befassen, durch welche Glycerin und Bernsteinsäure aus Zucker entstehen können,*) wollen wir blos das Percentverhältniß angeben, in welche sich die Hauptproducte der Alkoholgährung gewöhnlich in den vergohrenen Flüssigkeiten vorfinden und bemerken aber zu dieser Darstellung, daß z. B. das Verhältniß der Mengen von Glycerin und Bernsteinsäure zu jenen des Alkoholes und der Kohlensäure von sehr vielen Nebenumständen abhängig ist, welche noch der Ermittelung harren.

Nach Pasteur entstehen aus 100 Theilen Zucker:

Alkohol	48,40
Kohlensäure	46,60
Glycerin	3,30
Bernsteinsäure	0,61
Cellulose, Fett u. s. w. .	1,20
	100,11

Diese Zusammenstellung giebt nur ein sehr unvollkommenes Bild des Vorganges während der Gährung; die Mengen der einzelnen Gährungsproducte hängen sowohl von der Temperatur, bei welcher die Gährung geführt wird, als auch von der Concentration der Maische und der neben Zucker vorhandenen Stoffe ab.

Neben den oben genannten Körpern finden sich in jeder vergohrenen Maische, wenn auch in geringen Mengen, doch sehr constant Verbindungen vor, welche man als Fuselöle bezeichnet und welche entschieden als ständig auftretende Producte der Alkoholgährung angesehen werden müssen. Ihrer chemischen Beschaffenheit zu Folge sind die Fuselöle**) Alkohole, zusammengesetzte Aether und freie Säuren und entstehen wahrscheinlicher Weise dadurch, daß die in dem zu vergährenden Materiale enthaltenen Fette mit in die chemische Action einbezogen werden.

Die Concentration der zu vergährenden Flüssigkeit hat großen Einfluß auf den Verlauf der Gährung; Flüssigkeiten, welche über 30 pCt. Zucker enthalten, gähren nicht mehr. Die Concentration von 30 pCt. Zucker entspricht beiläufig einem Alkoholgehalte von 14 pCt. nach vollendeter Gährung; diese Alkoholmenge giebt auch die Grenze an, bei welcher die Gährung stets ihr Ende erreicht, überschüssig zugesetzter Zucker würde sonach unvergohren bleiben. Flüssigkeiten, in denen geringere Mengen Zucker vorhanden sind, vergähren am besten bei einem zwischen 10 und 15 pCt. liegenden Zuckergehalte — sinkt die Menge des Zuckers stark herab, so findet zwar auch noch Alkoholgährung statt, welche aber sehr träge verläuft. Die Bedingungen, welche während der Gährung eingehalten werden müssen, damit sich das Alkoholferment möglichst

*) Vergleiche Band I, Seite 246 u. ff.

**) Vergleiche Band I, Seite 249 u. ff.

kräftig entwickeln und die größten Gähreffecte ausüben könne, lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

1. Die Hefe muß Alkoholferment, u. z. Saccharomyces cerevisiae in der Varietät der Oberhefe enthalten, welches aus sehr kräftig sprossenden Zellen besteht, die durch Luftzufuhr vor der Gährung in jenen Zustand versetzt werden, in welchem sie am kräftigsten vergährend wirken können.
2. Die Hefe soll rein sein, d. h. sie soll neben dem Alkoholfermente keine anderen lebenden Fermentorganismen enthalten, welche die Veranlassung zu Nebengährungen geben könnten.
3. Die Flüssigkeit, in welcher die Hefe wirken soll, muß alle jene Stoffe in genügender Menge enthalten, welche zur Ernährung des Alkoholfermentes erforderlich sind; das Fehlen einer dieser Stoffe oder das unrichtige Mengenverhältniß derselben hat eine schlechte Ernährung des Fermentes zur Folge und bedingt dieser Umstand, daß der ganze Gährungsvorgang schleppend und unregelmäßig verläuft.
4. Das günstigste Verhältniß der in der Flüssigkeit enthaltenen Zuckermenge beträgt zwischen 10 und 15 pCt. Zucker.
5. Die Temperatur, bei welcher die Gährung am raschesten verläuft, liegt zwischen 30 und 35° C. und sollte demnach die Temperatur der abgekühlten und mit Hefe gestellten Maische stets so regulirt werden, daß ein Ueberschreiten dieser Maximalgrenze während der Gährung durch geeignete Mittel hintangehalten werde.
6. Zur Erzielung einer kräftigen Gährung muß zwischen Hefe und zu vergährendem Zucker ein gewisses Verhältniß walten; bei zu geringen Mengen von Alkoholferment kommen leicht fremde Fermente zur Entwickelung und stören den normalen Verlauf der Alkoholgährung.

Es hält in der Praxis nicht schwer, die in vorstehenden Punkten angeführten Bedingungen einzuhalten; die am schwierigsten unter allen zu erfüllende ist die Erzielung möglichst reiner, kräftiger Hefe, und werden wir auf diesen Gegenstand noch ausführlich bei der Beschreibung der Darstellung von sogenannter Kunsthefe zurückkommen. Die Nährstoffe, deren die Hefe bedarf, um sich kräftig entwickeln zu können, sind in genügender Menge durch den Gehalt der Maischen an Extractivstoffen des Malzes vorhanden oder werden in einer richtig bereiteten Kunsthefe zugeführt; es bleibt somit nur für den Praktiker übrig, seine Aufmerksamkeit darauf zu lenken, daß die Maische den entsprechenden Zuckergehalt und die richtige Temperatur zeige, um kräftigen Gährungsverlauf zu erzielen.

Die Nebengährungen.

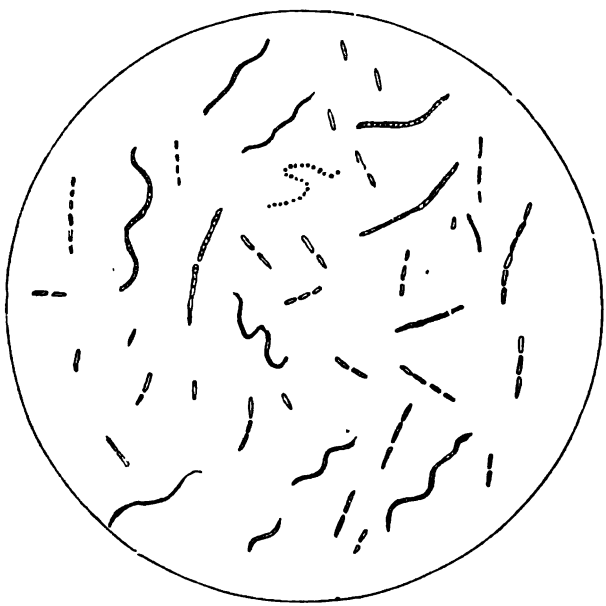
Neben dem Alkoholfermente sind für den Spiritusfabrikanten noch einige andere Fermente von Wichtigkeit; eines derselben, das Milchsäureferment, wird ihm in einem gewissen Falle nützlich, in allen anderen aber schädlich; alle anderen Fermentorganismen, welche bisweilen in den Spiritusfabriken auftreten, sind aber

von höchst nachtheiligem Einfluß und muß der Fabrikant die Lebensbedingungen dieser Fermente genau kennen, um der Entwickelung derselben mit Erfolg entgegen zu treten.

Die Milchsäuregährung.

Dem Malze haften immer Keime eines Organismus an, welcher als Gährungserreger wirkt und den Zucker in Milchsäure umzusetzen im Stande ist. In der Spiritusfabrikation kommt diesem Fermente eine sehr wichtige Rolle zu, indem der Fabrikant sein Augenmerk darauf richten muß, dasselbe in einem gewissen Falle (bei der Darstellung der Kunsthefe) zur möglichst kräftigen Wirk-

Fig. 42.



Milchsäure-Ferment. Vergr. 500.

samkeit zu bringen, in allen anderen aber, während des Maischens und Kühlens, sowie während der Gährung der Maischen, die Entwickelung desselben in jeder Weise zu hindern bestrebt sein muß.

Seiner botanischen Stellung nach zählt man das Milchsäureferment zu den Bacterien; es erscheint in Form von sehr zarten Fäden (Fig. 42), welche an beiden Enden etwas zugespitzt sind und nach einer gewissen Zeit wieder in zahlreiche kleine Cylinder zerfallen, die wieder zu längeren Fäden heranwachsen; die Vermehrung erfolgt ebenfalls durch Sprossung der Zellen, aber nicht in der Weise, wie bei dem

Alkoholferments an jedem Punkte der Zelle, sondern nur nach einer Richtung, und wird hierdurch die fadenförmige Gestalt des Milchsäureferments bedingt; der Durchmesser der Fäden beträgt höchstens 1,7 Mikromillimeter, die Länge der Fäden ist jedoch eine sehr wechselnde; in Flüssigkeiten, welche gegen Erschütterung geschützt sind, wird sie so bedeutend, daß man die Fäden mit freiem Auge erkennt.

Die Temperatur, bei welcher das Milchsäureferment zur kräftigsten Entwickelung gelangt, liegt wesentlich höher als jene für Oberhefe und ist etwa 40 Grad das günstigste Verhältniß; es erklärt sich hieraus von selbst, warum man bei der Abkühlung der Maischen trachten muß, dieselben so rasch als möglich unter diese Temperatur herab zu bringen. In ähnlicher Weise wie das Product des Alkoholfermentes — der Alkohol — dem Fermente selbst in der Weise hemmend entgegen tritt, daß es aufhört, vergährend zu wirken, hindert auch die Anhäufung einer gewissen Menge von Milchsäure die weitere Thätigkeit des Milchsäurefermentes; für letzteres liegt aber die Grenze weit niederer als für das Alkoholferment und dürfte 1,8 pCt. vom Gewichte der Flüssigkeit nicht übersteigen, eine Thatsache, welche bei der Darstellung von Kunsthefe wohl in Beachtung gezogen werden muß.

In gekühlten Maischen muß aus unten zu entwickelten Gründen noch vollkommen wirkungsfähige Diastase enthalten sein; bildet sich in Folge einer unrichtig geführten Maischarbeit oder zu langsamer Abkühlung der Maische in derselben eine größere Menge von Milchsäure, so wirkt diese lähmend auf die Wirksamkeit der Diastase ein und reichen schon verhältnißmäßig sehr kleine Mengen von Milchsäure, 5—6 ‰ (per Mille), hin, um dies herbeizuführen.

Die Wirkung der Milchsäure in der Spiritusfabrikation ist sonach eine doppelte: eine nachtheilige in der Maische, indem die Milchsäure schädlich auf die Diastase wirkt, eine nützliche in der für Kunsthefe bestimmten Maische, indem durch die Anwesenheit der Milchsäure in der Maische gewisse Körper entstehen, welche der Hefe günstige Nahrung bieten.

Die Buttersäuregährung.

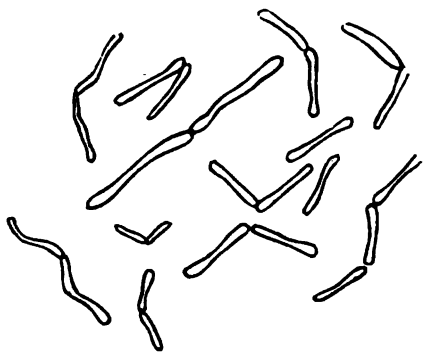
Die Buttersäuregährung wird durch ein specifisches Ferment, das Buttersäureferment, wahrscheinlich aber auch durch das Milchsäureferment hervorgerufen und zwar durch letzteres in der Weise, daß die Milchsäure weiter verändert wird. Das eigentliche Buttersäureferment (Fig. 43) bildet cylindrische Stäbchen von 2 Mikromillimeter Durchmesser und 2 bis 20 Mikromillimeter Länge, welche sich durch Spaltung vermehren. Die Bildung von Buttersäure in gährenden Flüssigkeiten findet am besten zwischen 35 und 40° C. statt und entwickelt sich bei derselben Kohlensäure und Wasserstoffgas.

Die Buttersäuregährung soll durch Luftzutritt aufgehoben werden, indem die Organismen durch freien Sauerstoff getödtet werden, ein Satz, welcher wenig Wahrscheinlichkeit in sich schließt.*) Das Auftreten von Buttersäuregährung in

*) Vergleiche Band I Seite 219 u. ff.

einer Spiritusfabrik kann immer als das Kennzeichen einer höchst unzureichenden Aufmerksamkeit bezüglich der Reinhaltung aufgefaßt werden und ist von ungemein nachtheiliger Wirkung, indem die Buttersäure zu jenen Körpern gehört, welche nur in sehr geringen Mengen vorhanden zu sein brauchen, um die normale Entwickelung des Alkoholfermentes zu hindern.

Fig. 43.



Buttersäure-Ferment. Vergr. 400.

Die Essiggährung.

Die Ursache dieser Gährung bildet ein Ferment, welches je nach seinem Entwickelungszustande in Form von sehr kleinen in der Mitte leicht eingeschnürten Zellen von 1,5 bis 3 Mikromillimeter Durchmesser (Fig. 44) oder in Gestalt außerordentlich zarter Schnüre, welche aus einer größeren Zahl von Zellen bestehen, erscheint. Das Essigferment bleibt immer auf der Oberfläche von Flüssigkeiten und bedarf zu seiner Entwickelung des freien Sauerstoffes. In Spiritusfabriken ist dieses Ferment von Wichtigkeit, indem es in Gefäßen, welche vergohrene Maische enthielten und nicht genügend gereinigt wurden, zu massenhafter Entwickelung gelangen kann.

Die Salpetersäuregährung.

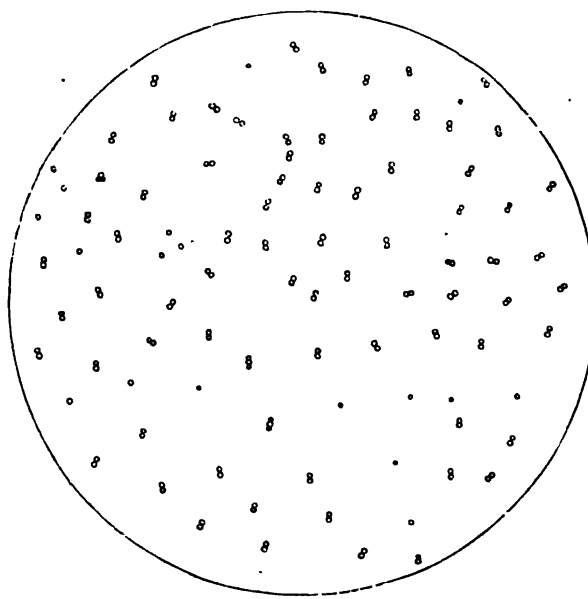
In Flüssigkeiten, welche ansehnliche Mengen von salpetersauren Salzen enthalten, z. B. in Melasse- und Rübenmaischen kann der Fall eintreten, daß eine Reduction der Salpetersäure zu Stickoxyd stattfindet und aus der Flüssigkeit Gas entweicht, welches an der Luft braune Nebel bildet. Die Ursache dieses eigenthümlichen Gährungsprocesses, der aber zur Zeit noch wenig studirt ist, dürfte wohl auch ein organisirtes Ferment sein. Man hat zur Erklärung dieses Gährungsvorganges eine Reihe von Hypothesen aufgestellt und unter anderen auch die gleichzeitige Einwirkung des Buttersäurefermentes auf Zucker und salpetersaure Salze damit in Beziehung gebracht:

$$HNO_3 + C_6H_{12}O_6 = NO + 2CO_2 + C_4H_8O_2 + 2H_2O + H$$

Salpetersäure Zucker Stickoxyd Kohlensäure Buttersäure.

Freilich sind die Mengen von Stickoxyd, welche sich bei einer solchen Gährung bilden, so große, daß sie nicht mit den kleinen Mengen von Buttersäure, welche gleichzeitig entstehen, gut in Einklang gebracht werden können; es muß daher die Entscheidung über die Ursachen dieser Gährung so lange vertagt bleiben, bis eingehende Untersuchungen das Wesen derselben klar gestellt haben.

Fig. 44.



Essigferment im Beginne der Entwickelung. Vergr. 500.

Wir wissen, daß die Keime jener Organismen, welche Gährung im Allgemeinen hervorrufen, in der Atmosphäre weit verbreitet sind und sich überall, wo die Verhältnisse ihrer Entwickelung günstige sind, ansiedeln und zur Vermehrung gelangen. In Spiritusfabriken sind diese Verhältnisse immer vorhanden: die Maischen bilden ausgezeichnete Mittel zur Ernährung dieser Wesen, und hat in Folge dessen der Spiritusfabrikant ohne Unterlaß gegen dieselben zu kämpfen. Für seine Zwecke bedarf der Spiritusfabrikant nur zweier Fermente: zur Vergährung der Maischen des Alkoholfermentes, zur Herstellung von Kunsthefe des Milchsäurefermentes und muß beide künstlich erziehen.

Wenn sich in der Spiritusfabrik ein anderes Ferment als die beiden eben genannten ansiedelt, so ist dies schon ein Beweis mangelhafter Aufsicht und muß

mit allen möglichen Mitteln gegen das Fortexistiren der betreffenden Fermente angekämpft werden, selbst auf die Gefahr hin, durch Schädigung der eben in Arbeit befindlichen Materialien bezüglich der aus ihnen zu erzielenden Ausbeute einen gewissen Verlust zu erleiden, indem man hierdurch viel größeren Verlusten vorbeugt, welche sich aus dem Ueberhandnehmen der schädlichen Gährungsform ergeben würden. Wenn die Infection, wie dies gewöhnlich der Fall ist, in Gefäßen oder Flüssigkeiten ihren Sitz hat, so ist der Dampf das sicherste und einfachste Mittel, derselben Einhalt zu thun. Man leitet in die Flüssigkeit so lange Dampf, bis erstere kocht oder man behandelt die Gefäße mit Dampf allein; die Temperatur, welche die siedende Flüssigkeit besitzt, ist hinreichend, die vorbeschriebenen Fermente zu tödten oder wenigstens für längere Zeit in ihrer Wirksamkeit zu lähmen und können die aufgekochten Flüssigkeiten weiter verarbeitet, die ausgedämpften Gefäße wieder in Gebrauch genommen werden.

Tritt der Fall ein, daß in Folge großer Achtlosigkeit und Unreinlichkeit in der Fabrik das ganze Gebäude und die Luft desselben mit den Organismen der schädlichen Gährungen inficirt wird, so ist dem Uebel nur sehr schwierig und mit großen Opfern wirklich gründlich abzuhelfen. Es bleibt dann oft nichts übrig, als den Betrieb gänzlich zu unterbrechen, alle Gefäße, welche lebende Organismen beherbergen können, auszudämpfen oder auszukochen, alle Räume frisch zu tünchen und die Luft in der Fabrik durch Verbrennen von Schwefel in den geschlossenen Räumen zeitweilig zu vergiften und hierdurch auch die in der Luft schwebenden Fermente zu tödten. Erst wenn diese Reinigung mit der größten Sorgfalt ausgeführt wird, kann man daran denken, den Betrieb wieder aufzunehmen und ohne Störung fortzusetzen.

Es ist eine in der Praxis vielfach beobachtete Thatsache, daß gegen Ende der Campagne die Gährungen oft unregelmäßig und auch die Ausbeuten geringere werden; die Ursache dieser Erscheinungen dürfte in sehr vielen Fällen darin zu suchen sein, daß sich in der Brennerei fremde Fermente in so großen Mengen vorfinden, daß sie auf den Verlauf der Gährung und auf die mit dieser in engstem Zusammenhange stehenden Ausbeute nachtheilig einwirken. In einer Brennerei, deren Betrieb ein den Regeln der Theorie entsprechender genannt werden kann, sollte man absolut keinem anderen Fermente begegnen als dem Alkohol- und dem Milchsäurefermente.

Letzteres soll aber in der Fabrik eben nur auf jenen Raum und jene Flüssigkeit beschränkt bleiben, in welchen es wirken soll; in die Maische übertragen, welche Alkoholgährung durchzumachen hat, wirkt es schon nachtheilig, und sollte, nachdem es kaum möglich ist, dasselbe ganz zu beseitigen, wenigstens so weit thunlich in seiner Wirksamkeit beschränkt werden. Gerade in diesem Punkt wird in der Praxis vielfach gegen die Forderung der Theorie gefehlt, obwohl es nicht schwierig ist, die Arbeit mit derselben in Einklang zu bringen.

Es giebt jedoch ein sicheres Mittel, die Entwickelung des Milchsäurefermentes in der gährenden Maische innerhalb jener Grenzen zu halten, welche man als jene des Erlaubten bezeichnen kann. Wie schon oben erwähnt wurde, erreicht die

Menge der Milchsäure in einer Flüssigkeit, in welcher man nicht fortwährend durch Neutralisation die freie Säure bindet, höchstens 1,8 pCt., (dies ist in der „Kunsthefe" der Fall) und wirkt dann das Gährungsproduct auf das Ferment selbst in gewissem Sinne schädlich ein, es wird wenigstens keine Milchsäure mehr gebildet. Wenn man nun trachtet, durch Anwendung der möglichst geringen Menge der milchsäurehaltigen Flüssigkeit auch eine möglichst geringe Menge von Milchsäureferment in die in Gährung zu versetzende Maische zu übertragen, so hat man hierdurch schon etwas gethan, um dem Ueberhandnehmen des Fermentes ein Ziel zu setzen.

Von weit größerer Wirksamkeit ist aber ein anderer Kunstgriff. Man beobachtet, daß von zwei Fermenten, welche sich in einer Flüssigkeit befinden schließlich jenes zur alleinigen Wirksamkeit gelangt, welches in größerer Menge vorhanden ist und für welches die Lebensbedingungen günstiger gestellt sind. Wenn man daher dafür sorgt, möglichst kräftige Alkoholhefe in entsprechend großer Menge anzuwenden und die anderen Verhältnisse: Concentration der Maische und Temperatur derselben so stellt, daß sie der Alkoholgährung möglichst günstig sind, so wird die Folge davon sein, daß sich in der Maische in kürzester Zeit eine sehr große Zahl neuer Hefezellen bilden und die Gährung sehr rasch verlaufen wird; das Milchsäureferment wird in Folge dessen so sehr in seiner Wirksamkeit beeinträchtigt werden, daß es nicht mehr schädlich wirkt. Durch geschickte Anwendung dieser Thatsache hat somit der Praktiker ein Mittel in der Hand, die Wirkung des Milchsäurefermentes in der eigentlichen (Alkohol-) Gährung, bei welcher es nur schädlich wirken kann, nach Möglichkeit zu beschränken.

V. Die Kunſthefe.

Die Mengen von Hefe, welche in der Spiritusfabrikation verbraucht werden, ſind ſo bedeutende, daß die Herſtellung derſelben einen weſentlichen Theil der ganzen Arbeit in der Fabrik ausmacht und iſt es Gebrauch geworden, die Maſſe, welche man als „Hefe", richtiger als „Hefegut" bezeichnet, mit dem Namen der „Kunſthefe" zu bezeichnen, zum Unterſchiede von der gewöhnlichen „Hefe" der Bierbrauereien, welche aus Alkoholferment, unlöslich gewordenen Eiweißkörpern u. ſ. w. beſteht.

Bei der Darſtellung von Kunſthefe handelt es ſich nicht nur darum, eine gewiſſe Menge von kräftig wucherndem Alkoholfermente herzuſtellen, ſondern auch zugleich eine Flüſſigkeit zu bereiten, welche geeignet iſt, in der gährenden Maiſche dem Alkoholfermente jene Körper, deren es zum Aufbau ſeines Leibes bedarf, in genügender Menge zu liefern, indem die Maiſchen (Kartoffelmaiſchen) entweder gar nicht alle Körper enthalten, deren die Hefe bedarf, oder dieſelben in ſolcher Form enthalten, daß ſie die Hefe nicht genügend kräftig ernähren würden. Die Hefe bedarf zu ihrer Ernährung bekanntlich gährungsfähigen Zucker, Eiweißkörper von gewiſſer Form und beſtimmter Nährſalze, hauptſächlich Kali und Phosphorſäure. Das Weſen der Bereitung von Kunſthefe beruht darauf, daß man beſtrebt iſt, in einer gewöhnlichen Malzmaiſche neben dem Zucker möglichſt viele Eiweißkörper und Nährſalze in Löſung zu bringen, in ihr kräftiges Alkoholferment zu entwickeln und durch Zuſatz dieſer Maiſche zu einer in Gährung zu verſetzenden, letztere mit einem Vorrath an Eiweißkörpern und Nährſalzen zu verſehen, welcher ausreicht, um das während des Gährungsverlaufes ſich neu bildende Alkoholferment kräftig zu ernähren.

Man ſieht hier einen ſehr weſentlichen Unterſchied zwiſchen den Vorgängen bei der Bierbrauerei und der Spiritusfabrikation; während bei erſterer der Gährungsvorgang abſichtlich ſo geleitet wird, daß er nur ſchwach verläuft, iſt es bei letzterer Grundbedingung, daß er möglichſt vollſtändig vor ſich gehe; die Würzen des Bierbrauers, in gewiſſem Sinne mit den Maiſchen des Spiritusfabrikanten vergleichbar, werden eigens aufgekocht um einen Theil der in ihnen

gelösten Eiweißkörper auszuscheiden und enthalten, weil sie nur aus Malz (eventuell unter Zusatz geringerer Mengen von Rohgetreide oder Kartoffelmehl) bereitet werden, stets genügende Mengen löslicher Eiweißkörper und Salze, um die Hefe kräftig zu ernähren.

In der Spiritusfabrikation liegen die Verhältnisse ganz anders: Man muß bestrebt sein, den Gährungsvorgang mit aller Energie zu leiten, so daß die Gesammtmenge der gährungsfähigen Substanz auch wirklich vergährt werde, und ist es zu diesem Zwecke nothwendig, eine bestimmte Menge von Malz durch eine eigenthümliche Behandlung so aufzuschließen, daß nicht nur die Salze vollständig in Lösung gebracht, sondern ganz besonders die stickstoffhaltigen Bestandtheile in solche Form übergeführt werden, daß sie leicht von der Hefe aufgenommen werden können.

Das Maischen der Kunsthefemaische.

Die Aufschließung der im Malze, welches man zur Darstellung von Kunsthefe verwenden will, enthaltenen Körper beginnt in normaler Weise mit einem Maischprocesse und muß derselbe immer so geleitet werden, daß die größtmögliche Menge von Maltose gebildet werde, da diese ein höchst wichtiges Nährmittel für die Hefe ist, und die Diastase in ihrer Wirksamkeit nicht geschädigt werde; letztere als stickstoffhaltiger Körper kann ein Nährmittel für die Hefe abgeben. Was man daher auch über die Temperatur sagen mag, welche bei der Maischung von Malz, das zur Bereitung von Kunsthefe bestimmt ist, eingehalten werden soll: als richtig kann nur angenommen werden, daß diese Temperatur niedrig genug sei, um die Diastase nicht zu schädigen; nach dem, was wir schon an früherer Stelle über diesen Gegenstand anführten, wird man daher als oberste Grenze der Maischtemperatur 50° gelten lassen können.

Die Säurebildung.

In der gar gewordenen Maische, in der nach Angabe des Saccharometers keine Erhöhung des Zuckergehaltes mehr wahrnehmbar ist und in welcher somit der Proceß der Diastasewirkung vorläufig als abgeschlossen erklärt werden muß, wird nun die Milchsäuregährung eingeleitet. Man kühlt zu dem Ende die Maische auf etwa 40° ab, um die günstigste Temperatur für die Entwickelung des Milchsäurefermentes herzustellen und überläßt die Maische sich selbst, damit durch das dem Malze anhaftende oder aus der Luft zutretende Ferment der Proceß der Säuerung eingeleitet werde. Man hat es in diesem Falle mit einer Selbstgährung zu thun und ist bei derselben immer vom Zufalle abhängig; wenn zufällig viel Ferment in die Maische gelangt, geht die Säurebildung rasch vor sich, im entgegengesetzten Falle langsam; erst, wenn die Gefäße, in welchen man den Proceß vornimmt, einige Zeit in Gebrauch waren, bildet das in ihnen hinterbleibende Ferment gewissermaßen ein permanentes Aussaatmaterial für Milchsäureferment.

Vom Standpunkte der Theorie aus betrachtet wird es in allen Fällen angezeigt erscheinen, sich auch in Bezug auf die Entwickelung des Milchsäurefermentes vom Zufalle unabhängig zu machen und eine directe Aussaat des Fermentes vor-

zunehmen. Dies kann ungemein leicht dadurch geschehen, daß man bei Beginn der Campagne der ersten Kunsthefemaische, nach Beendigung des Vorganges der Maltosewirkung*), eine kleine Menge saurer Milch zufügt und dann immer eine kleine Menge Kunsthefe von einer Operation zur andern aufbewahrt, um stets lebendes Milchsäureferment in Vorrath zu haben.

Die Rolle, welche der Milchsäure in der Maische zufällt, schien bis vor kurzem eine ganz klare zu sein: man weiß, daß die Milchsäure die Eigenschaft hat, gewisse Eiweißkörper aufzulösen, und nahm dem zu Folge an, die Wirksamkeit der Säure bestehe darin, daß eine möglichst große Menge von Eiweißstoffen aus dem Malze gelöst werde und in dieser Form geeignet sei, dem Alkoholfermente als günstige Nahrung zu dienen.

Im gewissen Sinne wird diese Erklärungsform auch gegenwärtig noch als richtig angenommen, nur mit dem Unterschiede, daß man der Milchsäure nicht diese Aufgabe als endgültige zuweist, sondern ihr nur gewissermaßen eine vermittelnde vorbereitende Stellung einräumt; sie soll die Eiweißkörper in Lösung bringen, um sie der Wirkung eines Fermentes zu überliefern, welches sie erst in jene Form bringt, in der sie geeignet sind, das Alkoholferment zu ernähren.

Das Löslichwerden und die Umsetzung der Eiweißkörper.

Die letztangeführte Annahme stützt sich auf die Thatsache, daß im Malze neben den diastatischen Fermenten (jenen, welche Kohlehydrate in Maltose umzusetzen vermögen) auch solche gefunden hat, welche ihre Wirksamkeit vorzugsweise auf Eiweißkörper erstrecken. Man hat bekanntlich die Fermente, welche sich im Magensafte vorfinden und Eiweißkörper bei gleichzeitiger Wirkung von Säuren aus der unlöslichen in die lösliche Modification überzuführen vermögen, Peptone genannt; der Aehnlichkeit wegen, welche sich in der Wirkung der im Malze vorkommenden Fermente mit den Peptonen zeigt, hat man erstere als Peptase bezeichnet. Wenn wir nun der neuen Theorie über die Wirkung der Milchsäure im Hefegut folgend, Schlüsse über die Wirkungsweise derselben ziehen wollen, kommen wir zu dem Satze, daß sich in dem Hefegut eine Reihe von Fermentationsprocessen vollziehen müssen, damit dasselbe zur Ernährung von Alkoholhefe geeignet werde.

Die Diastase wandelt zuerst Kohlehydrate in Maltose und Dextrin um; die nachfolgende Milchsäuregährung bewirkt Auflösung von Eiweißstoffen, welche in der sauren Flüssigkeit sogleich von der Peptase ergriffen und in Peptone übergeführt werden, welche nunmehr dem Alkoholfermente als ausgezeichnete Nahrung dienen können. Wir bemerken hier, daß wir uns die Peptase ebenso wenig als eine einfache chemische Verbindung vorstellen, als die Diastase, sondern vielmehr als ein Gemenge mehrerer sehr hoch zusammengesetzter Verbindungen.

Wenn wir den Vergleich der Peptasewirkung mit jener der Eiweiß auflösenden Fermente des Magensaftes festhalten (und zur Zeit ist dies noch immer ein Gebot

*) Der Zusatz darf immer erst erfolgen, nachdem die Maltosebildung beendet ist, indem die freie Säure, wie schon auseinandergesetzt wurde, die Wirksamkeit der Diastase lähmt.

der Nothwendigkeit, da man letztere Fermente schon seit langer Zeit eingehend studirt, die Peptasewirkung aber noch sehr wenig kennt), so finden wir, daß die Temperatur des thierischen Körpers die geeignetste zur Entwickelung von möglichst viel Peptase sein müsse; man wird daher die sauerwerdenden Maischen etwa bei 40 bis 45° C. erhalten, um zugleich den Temperaturbedingungen für lebhafte Entwickelung des Milchsäurefermentes und der Peptasewirkung gerecht zu werden.

Geht man, immer die Gleichartigkeit der Wirkungsbedingungen der Peptase mit jenen der Peptone als feststehend vorausgesetzt (selbe ist jedoch noch nicht erwiesen), in den Schlüssen weiter, so ergiebt sich, daß es ein gewisses Verhältniß zwischen der Flüssigkeit und der in ihr enthaltenen Menge von Milchsäure giebt, welches am günstigsten auf die Umsetzung der Eiweißkörper einwirkt. Säuren wirken im Allgemeinen günstig auf letztere Veränderung ein; die Mengen, welche zur gehörigen Aufschließung der Eiweißkörper nothwendig erscheinen, sind aber sehr wechselnde. Unter den Mineralsäuren kommt der Salzsäure mit 0,4 pCt. die größte Wirksamkeit zu; von organischen Säuren muß man jedoch eine viel größere Menge anwenden, um den gleichen Effect zu erzielen und liegt z. B. die geeignetste Menge von Milchsäure bei 5 pCt.

Wir haben schon an früherer Stelle bei Besprechung der Verhältnisse der Milchsäuregährung angeführt, daß in Flüssigkeiten, in welchen die Milchsäure in freiem Zustande enthalten bleibt, schon bei einem Säuregehalte von 1,8 pCt. das Ferment zu wirken aufhört, und folgt hieraus, daß durch die Säuerung der Hefemaische durch Milchsäuregährung nie jene Menge von Milchsäure erzielt werden kann, welche eigentlich nothwendig ist, um die günstigste Wirkung der Peptase herbeizuführen.

Man sollte daher, um den Forderuugen der Theorie in allen Stücken gerecht zu werden, die sauere Maische direct mit freier Säure versetzen, und zwar bis zu einem Säuregehalte, welcher 5 pCt. Milchsäure entspricht, ohne daß es geradezu nothwendig wäre, Milchsäure selbst anzuwenden. Am naheliegendsten wäre es, Salzsäure anzuwenden, indem diese bei sehr kräftiger Wirkung auch billig zu stehen kommt; wenn ein Weg bekannt würde, Milchsäure billig in reinem Zustande herzustellen, so könnte diese direct der Maische zugefügt werden, nachdem die Diastasewirkung vollendet ist.

Es wäre von höchster Wichtigkeit für den regelrechten Betrieb einer Spiritusfabrik, wenn es gelingen würde, die Milchsäuregährung gänzlich aus der Reihe der auszuführenden Arbeiten zu beseitigen: es ist nämlich nach dem bisherigen Verfahren ganz unmöglich, das Milchsäureferment von der Alkoholgährung abzuschließen und wirkt dasselbe immer schädigend auf letztere ein, indem schon im Gehalt einer Flüssigkeit an 1 pCt. Milchsäure die Wirksamkeit von Alkoholhefe beeinträchtigt. Während somit die Arbeit, durch welche die geeignete Nahrung für die Hefe geschaffen werden soll, einen bis zu 5 pCt. gehenden Milchsäuregehalt der Maische verlangt, fordert die Gährung einen Gehalt an Milchsäure, welcher unter 1 pCt. liegt; es ist sonach ein Widerspruch zwischen den zur richtigen Durchführung beider Arbeiten erforderlichen Bedingungen vorhanden und muß man in

der Praxis trachten, denselben in der Weise zu lösen, daß man bei der Aufschließung des Malzes möglichst viel Säure, während der Gährung aber nur wenig zur Verfügung hat nnd namentlich kein Fortwirken des Milchsäurefermentes während des Gährungsprozesses möglich ist.

Meistens begnügt man sich in der Praxis damit, dahin zu arbeiten, nur möglichst wenig Milchsäureferment in die zu vergährende Maische zu bringen und zwar dadurch, daß man die Hefemaische hoch concentrirt anstellt und nach beendeter Säuerung mit Wasser verdünnt; man erhält in diesem Falle noch eine Flüssigkeit, welche eine genügende Menge von Eiweißkörpern und Nährsalzen für die Gährungspflanze aber nur eine relativ geringe Menge von Milchsäureferment enthält.

Um die Wirkung des Milchsäurefermentes in der zu vergährenden Maische abzuschwächen, läßt sich auch ein Mittel anwenden, welches in den physiologischen Verhältnissen des Fermentes selbst begründet ist. Läßt man nämlich dem Säuerungsproceß der Hefemaische eine genügend lange Zeit zum Verlaufe, 20 bis 24 Stunden, so wird das Maximum der überhaupt erzielbaren Milchsäuremenge gebildet und wird das Milchsäureferment dann in seiner Wirksamkeit gelähmt. — Bringt man dieses stark sauere Hefegut in die süße Maische, so wird es eine gewisse Zeit dauern, bis das Milchsäureferment in der nunmehr wieder zu seiner Ernährung geeigneten Flüssigkeit zur kräftigen Entwickelung gelangt und die Säurebildung wieder fortsetzt. — Während dieser Zeit beginnt aber schon das Alkoholferment seine Thätigkeit und ist die Entwickelung desselben bald so mächtig geworden, daß es jene des Milchsäurefermentes nicht mehr aufkommen läßt. In den eben geschilderten Verhältnissen liegt auch die Erklärung der Thatsache, daß bei Anwendung sehr lange gesäuerter und in Folge dessen sehr sauerer Kunsthefe die Menge der während der Alkoholgährung entstehenden Milchsäure geringer ist, als bei Anwendung schwach sauerer Hefemaischen. —

Ein anderes Mittel, die nachtheilige Entwickelung des Milchsäurefermentes in der zu vergährenden Maische zu hindern, bestände darin, die genügend gesäuerte Hefemaische rasch zum Sieden zu erhitzen, wodurch das Milchsäureferment unwirksam gemacht wird. Selbstverständlich findet hierbei auch das Gleiche mit der Diastase statt und ist man der Gefahr ausgesetzt, daß das neben Maltose in der Maische enthaltene Dextrin nicht zur Vergährung gebracht werde, indem dies nur bei Gegenwart von Diastase neben Alkoholferment möglich ist. — Die Gefahr ist aber vielleicht geringer, als es auf den ersten Blick scheint: in der süßen Maische muß bekanntlich noch eine bedeutende Menge wirksamer Diastase vorhanden sein und erscheint es nicht unwahrscheinlich, daß dieselbe ausreichend sei, um auch das in der Sauermaische hinzutretende Dextrin in Maltose zu verwandeln.

Ersatzmittel des Milchsäurefermentes.

Nach den gegenwärtig schon bedeutend erweiterten Kenntnissen über das Wesen der Vorgänge, welche sich während der Säuerung der Kunsthefemaischen vollziehen, ist es nicht mehr zweifelhaft, daß sich der Zweck, welchen man bei

der Darstellung von Kunsthefemaischen verfolgt: geeignete Nahrung für die Alkoholhefe zu bilden, auf weit rationellere Weise erreichen läßt und die Mitwirkung des Milchsäurefermentes ganz bei Seite gelassen werden kann. — Es wurde schon oben darauf hingewiesen, daß die Milchsäure in Bezug auf lösende Kraft in den Maischen noch in hohem Grade von der Salzsäure übertroffen wird. — Versetzt man daher die warme Maische, nachdem die Wirkung der Diastase beendet ist, mit 0,4 pCt. Salzsäure, so wird sich der weitere Proceß rascher vollziehen, als bei Anwendung von Milchsäure, denn es dauert immer eine gewisse Zeit, bis eine genügende Menge von Milchsäure gebildet wird, um die Lösung der Eiweißstoffe zu bewirken. Es wäre auch in diesem Falle möglich, sehr concentrirte Hefemaischen anzuwenden und wird die in ihnen enthaltene Salzsäuremenge durch das Mischen mit der süßen Maische so weit verdünnt werden, daß sie keinen nachtheiligen Einfluß auf die Alkoholhefe nimmt. — Die vielen Mißstände, welche die Ansiedelung des Milchsäurefermentes in solchen Räumlichkeiten der Fabrik, in welchen seine Gegenwart nur nachtheilig wirken kann, mit sich bringt, wäre somit gänzlich vermieden, indem die Zucht dieses Fermentes nicht mehr betrieben zu werden brauchte.

Auch die Schwierigkeit, welche sich der Anwendung von Salzsäure bezüglich der zu verwendenden Gefäße entgegenstellt, ist leicht zu beseitigen; Metallgefäße sind selbstverständlich von vornherein ausgeschlossen, indem sie von der Salzsäure stark angegriffen werden und die Gährung bekanntlich auch durch die Salze der schweren Metalle sehr beeinträchtigt wird. Es könnten daher in diesem Falle nur Holzgefäße angewendet werden und erscheint es mir am zweckmäßigsten, Holzgefäße zu benutzen, welche nach dem Stahlschmidt'schen Verfahren mit Paraffin imprägnirt sind. Das Paraffin wird zwar bei der Temperatur, welche man bei der Darstellung von Kunsthefe anwendet, weich — allein dies ist kein Nachtheil, denn bei richtiger Imprägnirung des Holzes mit Paraffin bildet letzteres nicht etwa einen lackartigen Ueberzug des Holzes, sondern sitzt in den Poren desselben, so daß das Weichwerden des Paraffins nichts zu bedeuten hat.

Das Versetzen der Sauermaische in Alkoholgährung.

In welcher Weise auch die Darstellung der Sauermaische vorgenommen wurde, immer muß letztere von solcher Beschaffenheit sein, daß sie das nun zuzufügende Alkoholferment kräftig zu ernähren vermöge, und muß nun die Maische bis zu der Temperatur abgekühlt werden, bei welcher die Gährung stattfinden soll, ehe man die Mutterhefe zusetzt. — Es ist dies entschieden eine Sache, welche mehr Beachtung verdient, als sie gewöhnlich in der Praxis angewendet wird; man darf nicht darauf vergessen, daß die Hefepflanze gegen plötzliche Temperaturveränderungen, und mögen diese nur wenige Grade betragen, sehr empfindlich ist und jedenfalls hierdurch in ihrer Wirksamkeit momentan beeinträchtigt werden kann. —

Die richtige Concentration der Maische, in welche man das Alkoholferment einträgt, ist von nicht minderer Bedeutung und zwar aus dem Grunde, weil in

einer concentrirten Nährlösung die Vermehrung und die Gährwirkung der Alkoholhefe sehr rasch eintreten und hierdurch die Fermente der Nebengährungen in kurzer Zeit unterdrückt werden. — Wenn man alle hier angegebenen Bedingungen eingehalten hat, welche erfüllt werden müssen, wenn die Gährung sehr kräftig von Statten gehen soll, so kann letztere möglicher Weise doch noch recht schleppend vor sich gehen — ein Beweis dafür, daß man eine Lebensbedingung dieser Pflanze außer Acht gelassen hat. Im vorliegenden Falle kann dies nur das Fehlen des Sauerstoffes sein — wie wir oben hervorgehoben haben, bringt dies geradezu eine Entkräftung der Hefe mit sich, welche sich auch in morphologischer Beziehung erkennen läßt —, zeigt die Hefe unter dem Mikroskope das durch Fig. 40 versinnlichte Aussehen, so ist sie durch Sauerstoffmangel herabgekommen und außer Stande, kräftig zu wirken, — kann aber, wie angedeutet worden, durch Sauerstoffzufuhr wieder zur energischen Wirksamkeit gebracht werden.

In sehr vielen Brennereien ist es Regel, die Kunsthefe sehr oft umzurühren — man verspricht sich von dieser Arbeit sehr günstige Folgen, ohne jedoch die Ursache zu kennen, welche diese Folgen herbeiführen soll. Unserer Meinung nach kann die günstige Wirksamkeit des Umrührens nur darin ihren Grund haben, daß verschiedene Flüssigkeitsmengen an die Oberfläche geführt werden und die Hefepflanze hierdurch Gelegenheit hat, Sauerstoff aufzunehmen. — Wiederholt man das Umrühren in gewissen Zeiträumen und zwar so oft als sich eine stärkere Schaumdecke auf der Oberfläche der Flüssigkeit gebildet hat, so ist diese noch zweckmäßiger als das oftmalige zu verschiedenen Zeiten vorgenommene Umrühren: die großblasige Masse des Hefeschaumes hat eine sehr bedeutende Oberfläche und wird hierdurch die Sauerstoffaufnahme in hohem Grade beschleunigt. Am zweckmäßigsten wäre es wohl, die Hefe, unter Anwendung eines besonderen Lüftungsapparates, direct und in sehr kurzer Zeit mit einer bedeutenden Sauerstoffmenge und zwar durch die ganze Masse in Berührung zu bringen, und hierdurch die Hefe zu kräftigen.

Wenn man die Hefe speciell durch Lüftung gekräftigt hat, so bemerkt man — seien die Maischen nun concentrirt oder verdünnt — alsbald das Eintreten einer sehr kräftigen Gährung unter gleichzeitiger bedeutender Hefevermehrung; das Thermometer, welches man in die Flüssigkeit einsenkt, steigt sehr schnell um einige Grade und bildet dies einen sicheren Werthmesser für die kräftige Entwickelung der Hefe, indem die Intensität des chemisch-physiologischen Vorganges und die Temperaturerhöhung zu einander in ganz bestimmten Behältnissen stehen. Jedenfalls ist es von Wichtigkeit, die Steigerung der Temperatur zu beachten und namentlich zu verhindern, daß durch Abkühlung von außen dieselbe nicht eintrete, sondern die Maische stets jene Temperaturen zeige, welche dem Verlaufe der Gährung am günstigsten sind. Es ist daher nothwendig, den Raum, in welchem die Hefemaische dargestellt wird, heizbar zu machen, um in Folge äußerer Temperaturschwankungen nicht Unregelmäßigkeiten in der Gährung eintreten zu lassen.

Als eine vom theoretischen Standpunkte sehr zu billigende Operation muß das sogenannte „Vorstellen der Hefe" bezeichnet werden, welche darin besteht, daß man der Sauermaische ein gewisses Quantum von süßer Maische zufügt: es

stellt sich nämlich in der warmen und concentrirteren Flüssigkeit sogleich eine höchst üppige Hefeentwickelung ein, so daß beim eigentlichen Anstellen der süßen Maische eine sehr große Menge von kräftigen Hefezellen ihre vergährende Wirkung beginnen können und dem zu Folge die Gährung sehr rasch eingeleitet wird.

Ein Fall, welcher hier noch erwähnt werden muß, betrifft die Selbstgährung der Hefemaischen, das heißt das Auftreten von Alkoholgährung in denselben, ohne daß Alkoholferment zugefügt worden wäre. Die Erklärung des Eintretens der Selbstgährung ist leicht zu geben: in der Atmosphäre einer Spiritusfabrik finden sich immer Individuen von Alkoholferment in Mengen vor und können aus der Luft oder auch durch Uebertragung mittelst Gefäßen u. s. w. in die Sauermaische gelangen; es findet somit gewissermaßen ein zufälliges Stellen der Sauermaischen statt. Es sind aber immer nur wenige Individuen von Alkoholferment, welche auf diese Weise in die Flüssigkeit gelangen und sich erst innerhalb eines gewissen Zeitraumes so weit vermehren, daß sie kräftig vergährend wirken können. Dieser Zeitraum ist aber immerhin lang genug, um auch den Keimen anderer Fermente Gelegenheit zur stärkeren Entwickelung zu geben. Es kann der Fall eintreten, daß sich neben dem Alkoholfermente noch andere Fermente in der Flüssigkeit ansiedeln, namentlich das Buttersäureferment, und beginnt nun gewissermaßen ein Kampf um's Dasein zwischen den einzelnen Fermenten welcher nicht selten mit dem Unterliegen des Alkoholfermentes endigt, indem namentlich das Buttersäureferment durch die gährungshemmenden Eigenschaften der Buttersäure der Alkoholbildung bald ein Ziel setzt.

Selbst in dem günstigen Falle, daß das Alkoholferment schließlich die Oberhand gewinnt, wird dasselbe doch nicht von tadelloser Beschaffenheit sein und auch keine energischen Gährungen hervorzurufen vermögen, indem es sich von Anfang an nur unter ungünstigen Verhältnissen entwickeln konnte. Wenn man die Vorsicht gebraucht, das Hefegut häufig mit Luft in Berührung zu bringen, so wird das Eintreten einer Selbstgährung weniger gefährlich erscheinen, indem durch die Luftzufuhr dem Alkoholfermente Vorschub in seiner Entwickelung geleistet, das Ferment der Buttersäuregährung hierdurch zum mindesten aber in seiner Thätigkeit aufgehalten wird.

Nach den Andeutungen, welche wir im vorstehenden über die Darstellung der Kunsthefe machten, erheischt die richtige Anfertigung derselben eine eingehende Kenntniß des Wesens der verschiedenen Gährungsvorgänge und läßt sich leicht der Werth erkennen, welchen die Arbeit eines Brennereileiters besitzt, der nach irgend einer ihm bekannt gewordenen Vorschrift zur Darstellung von Kunsthefe arbeitet, ohne mit dem Wesen der Gährungsvorgänge vertraut zu sein. — Die Vorschrift mag eine ganz brauchbare sein und wird so lange günstige Resultate liefern, als sich nicht Störungen durch die Entwickelung fremder Fermente ergeben; treten aber diese einmal ein, so wird sie der blos empyrisch geschulte Brennereileiter nur durch Zufall wirklich zu beseitigen im Stande sein; in der weitaus überwiegenden Zahl der Fälle aber wird ihm dies nicht gelingen und er

wird die ganze Campagne hindurch mit schlechten Gährungen und geringen Ausbeuten zu kämpfen haben.

Wenn man die Hefemaische nach dem Versetzen mit Alkoholferment sich selbst überläßt, so wird sie selbstverständlich sogleich in lebhafte Gährung gerathen und handelt es sich nun darum, den richtigen Augenblick zu treffen, in welchem die Hefe zum Anstellen der Gährung in den süßen Maischen verwendet werden soll und in welchem man die Mutterhefe abzunehmen hat, welche zur Uebertragung der Gährung auf die nächst zu bereitende Kunsthefe dienen soll. In beiden Fällen hat man dieselbe Anforderung zu erfüllen: Hefe zu gewinnen, welche sich im raschesten Vermehrungszustande befindet und noch nicht in ihrer vergährenden Wirksamkeit nachzulassen beginnt. Die praktische Erfahrung lehrt, daß sich eine sonst normale Hefe fast immer dann in den erwähnten Verhältnissen befindet, wenn sie in einer etwas concentrirteren Maische von 15—18 pCt. Saccharometeranzeige ihre Wirkung ausgeübt hat, bis die Gährung soweit vorgeschritten ist, daß die Hälfte des vorhandenen Zuckers vergohren ist.

Wartet man mit der Verwendung der Hefe über diesen Zeitpunkt hinaus, so wird in Folge der gährungshemmenden Eigenschaften des Alkoholes die Vermehrung und Wirksamkeit der Hefe abgeschwächt und ist Hefe von dieser Beschaffenheit schon minder kräftig. Es wäre demnach der Zeitpunkt zur Abnahme der Mutterhefe und zur Verwendung der gährenden Hefemaische mit dem Eintreten der höchste Entwickelung der Hefe zusammenfallend — die Mutterhefe ist für den nächsten Hefeansatz, die Maische zum Stellen süßer Maische zu verwenden.

Das Aufbewahren der Mutterhefe.

Bezüglich der Aufbewahrung der Mutterhefe bis zur nächsten Aussaat auf sauergewordener Hefemaische, schlägt man in der Praxis gewöhnlich den Weg ein, daß man die Mutterhefe in Metallgefäße füllt, diese durch Einsetzen in kaltes Wasser bis auf 12—10° C. abkühlt und die Hefe in dieser Weise bis zur Verwendung stehen läßt. Wenn nun auch die Hefe in Folge dieser Temperaturerniedrigung in ihrer Gährwirkung sehr beeinträchtigt wird, so wird letztere doch nicht ganz aufgehoben, sondern dauert mit geringer Intensität fort. Daß hierbei in Folge von mangelnder Nahrung eine Schwächung der Hefe stattfinden kann, läßt sich nicht in Abrede stellen und ist es darum angezeigt, auch dem Eintreten dieser Eventualität vorzubeugen. Am sichersten geschieht dies wohl, wenn man die aufzubewahrende Mutterhefe mit einer ziemlich starken, süßen Malzmaische (von 17—18 pCt. Saccharometeranzeige), welche aber bis auf 10° C. abgekühlt sein muß, vermischt und in flachen Gefäßen, welche mit Tüchern bedeckt sind, so aufbewahrt, daß keine Temperaturerhöhung stattfindet, z. B. die Gefäße durch Einstellen in andere, welche mit kaltem Wasser gefüllt sind, kühl erhält.

Bei Hefe, welche auf diese Art aufbewahrt wird, sind zwar die Bedingungen für das langsame Wachsthum einer kräftigen Hefe vorhanden (reichliche Nahrung und in Folge der großen Oberfläche auch reichlicher Luftzutritt), ohne daß es jedoch zu einer stärkeren Gährung oder zu einer erheblichen Vermehrung des

Milchsäurefermentes kommen könnte — beide werden durch die verhältnißmäßig niedere Temperatur hintan gehalten. Wenn sehr kaltes Wasser oder Eis zur Verfügung steht, so kann man die Mutterhefe ohne Gefahr bis auf + 1° C. abkühlen; bei dieser niederen Temperatur bleiben die Fermente fast vollständig unthätig, ohne an Wirksamkeit einzubüßen; eine so weit gehende Abkühlung ist übrigens gar nicht nothwendig und wäre nur in jenen Ausnahmsfällen anzuwenden, in welchen man durch irgend eine Betriebsstörung gezwungen wäre, die Mutterhefe durch eine Reihe von Tagen aufzubewahren. Aus leicht einzusehenden Gründen empfiehlt es sich, die Gefäße mit der Mutterhefe in einem Raum aufzubewahren, dessen Atmosphäre nicht stark mit Organismen beladen ist; man wird daher die Gefäße mit der Mutterhefe zweckmäßig ziemlich entfernt von dem mit Milchsäureferment inficirten Gemache, in welchem die Sauermaische für die Kunsthefe bereitet wird, aufstellen.

Bezüglich der Aufbewahrung von Mutterhefe für sehr lange Zeit, z. B. bis zum Beginn der nächsten Campagne, sind in der Praxis mancherlei Mittel in Gebrauch; man sucht die Hefe durch Zusammenrühren mit concentrirter Zuckerlösung oder mit Glycerin zu conserviren, ein Verfahren, welches aber unbedingt als ein unzweckmäßiges bezeichnet werden muß, indem die genannten Körper der Hefe rasch sehr viel Wasser entziehen und ein großer Theil der Zellen hierdurch getödtet wird; die Folge hiervon ist, daß die so behandelte Hefe, wenn sie wieder in Gebrauch genommen wird, eine Zeitlang sehr unbefriedigende Gährungen ergiebt, indem es längere Zeit dauert, bis sich die Hefe neu gekräftigt hat.

Aehnliche Wahrnehmungen macht man mit Hefe, welche in tiefen Brunnen oder kalten Kellern in Gefäßen mit sehr kleiner Oeffnung aufbewahrt werden, das Mikroskop zeigt deutlich an, daß ein sehr großer Theil der Zellen abgestorben sei; der vollständige Abschluß der Luft von der Hefe, welchen man durch Aufbewahrung der letzteren in Bomben herbeiführt, kann zur Conservirung nichts beitragen: enthält die Hefe fremde Fermente, so vermehren sich diese auch bei Luftabschluß, uud ist letzterer der Alkoholhefe auf die Dauer unbedingt schädlich, indem diese Pflanze durch sehr langes Absperren von Luft sehr geschwächt wird.

Außerordentlich leicht läßt sich jedoch Hefe conserviren, wenn man sie in möglichst dickflüssigem Zustande in einen Kübel bringt, in diesem mit einer concentrirten Maische von etwa 20 pCt. Saccharometeranzeige übergießt, in welcher man vorher per hl 3 bis 4 gr Salicylsäure gelöst hat. Diese geringe Quantität von Salicylsäure ist hinreichend, um die Entwickelung von Spaltpilzen und anderen Fermenten hintan anzuhalten, auf das Alkoholferment wirkt sie nur in der Weise ein, daß sie die Thätigkeit derselben etwas verlangsamt. Man kann den Kübel mit einem gut passenden Deckel bedeckt, in einem gewöhnlichen Keller aufbewahren und findet in demselben eine sehr langsame Vermehrung der Hefe statt; die Mengen von Salicylsäure vermindern sich allmählig und kann man bei Beginn der Campagne die so conservirte Hefe, welche von außerordentlicher Reinheit ist, zum Stellen neuer Gährungen verwenden, welche sogleich sehr guten Verlauf nehmen; ein Verderben der Hefe ist unter diesen Umständen ganz ausgeschlossen.

REESE LIBRARY
UNIVERSITY
CALIFORNIA

VI. Die Gährung der süßen Maischen.

Eine gewisse Zeit, nachdem die süße Maische mit gewöhnlicher oder Kunsthefe gestellt wurde, (diese Zeit ist je nach der Temperatur und der Concentration der Maische eine verschieden lange) beginnt die Alkoholgährung. Ehe wir aber die dabei stattfindenden Vorgänge schildern, müssen wir uns mit den Eigenschaften der süßen Maische selbst beschäftigen, indem diese solcher Art sind, daß sie auf die in der Flüssigkeit stattfindenden chemischen Vorgänge großen Einfluß nehmen.

In einer richtig bereiteten Süßmaische finden sich neben Salzen, Eiweißstoffen u. s. w. noch Maltose, Dextrin und wirksame Diastase vor. Wie oben auseinander gesetzt wurde, gelingt es bei der Maischung niemals, die Gesammtmenge des vorhandenen Stärkemehles in Maltose überzuführen, sondern ist im günstigsten Falle das Verhältniß zwischen Maltose und Dextrin das folgende:

Maltose	80,9.
Dextrin	19,1.
	100,0.

Es ist zwar noch nicht endgültig entschieden, ob Dextrin überhaupt zu jenen Körpern gerechnet werden darf, welche direct durch Alkoholhefe vergährbar sind, es ist aber durch Versuche bewiesen, daß in der Praxis das Dextrin für sich allein als unvergährbar betrachtet werden kann; es würde demnach im besten Falle nur etwa $^4/_5$ der gegebenen Stärkemenge wirklich zur Alkoholbildung verwendet werden. Andererseits lehren aber auch vergleichende Versuche, daß man unter gewissen Verhältnissen Alkoholausbeuten erzielt, welche einer 100 pCt. nahe kommenden Stärkemenge entsprechen.

Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn die Süßmaischen in solcher Weise bereitet werden, daß sie beim Anstellen zur Gährung noch völlig wirksame Diastase enthalten; bei gleichzeitiger Gegenwart von Alkoholferment vermag diese Diastase Dextrin in Maltose zu verwandeln, welche von dem Alkoholferment regelrecht vergährt wird.

Es verläuft somit in der gährenden Maische neben dem chemisch-physiologischen Processe der Alkoholgährung auch noch der reinchemische der Diastasewirkung und können wir uns vorstellen, daß letzterer in dem Maße fortschreitet, als die Maltose von dem Alkoholfermente vergährt wird und sich so lange fortsetzt, bis auch der letzte Rest von Dextrin in Maltose übergeführt ist. Da diese eigenthümliche Wirkung der Diastase erst nach dem eigentlichen Maischproceß während der Alkoholgährung eintritt, kann man sie als Nachwirkung oder Gährwirkung der Diastase bezeichnen.

Es ist nunmehr leicht einzusehen, warum bei der Ausführung des Maischprocesses die größte Aufmerksamkeit daran gewendet werden muß, die Temperatur nie so hoch steigen zu lassen, daß die Diastase in ihrer Wirksamkeit geschädigt werde; letzteres wäre gleichbedeutend mit einer um 20 pCt. verminderten Ausbeute; mit der Vollendung der Bildung von 80,9 pCt. Maltose und 19,1 pCt. Dextrin in der Maische hat die Diastase erst die eine Hälfte ihrer Aufgabe erfüllt, die zweite liegt in der Ueberführung der 19,1 Dextrin in Maltose während des Gährungsaktes.

Man darf aber nicht annehmen, daß die Wirkung der Diastase in allen Fällen so glatt vor sich gehe, wie dies eben geschildert wurde, daß es genüge, neben wirksamer Diastase noch Alkoholferment in der Maische zu haben, um die Vergährung des vorhandenen Dextrines vollständig zu bewirken; diese Wirkung ist vielmehr von manchen Nebenumständen abhängig, welche wohl beachtet werden müssen, wenn man wirklich die größtmögliche Alkoholausbeute erzielen will. Ganz besonders nachtheilig bei der Arbeit mit Kunsthefe ist aber in diesem Falle die Gegenwart einer zu großen Menge von Milchsäure in der Maische, wie denn überhaupt Milchsäure der Diastasewirkung so stark hemmend entgegen tritt, daß man durch Zusatz von Milchsäure zu einer Maische, in welcher die Diastasewirkung in ganz normaler Weise verläuft, die Bildung von Maltose plötzlich aufheben kann; die Erfahrung hat gelehrt, daß schon fünf Tausendstel Milchsäure in einer Flüssigkeit hinreichen, um lähmenden Einfluß auf die Diastasewirkung zu nehmen. (Vergleiche Seite 98.)

Um daher über den Verlauf der Gährung in einer eben angestellten Maische vollkommen sicher zu sein, genügt es nicht, sich über die richtige Temperatur und Concentration der Maische Gewißheit verschafft zu haben, sondern muß man sich auch davon überzeugen, daß die Maische noch wirksame Diastase enthält und keinen über die angedeutete Grenze hinausgehenden Säuregehalt besitzt.

Ob die Maische noch wirksame Diastase oder nicht enthält, kann leicht an ihrem Verhalten gegen Stärkekleister erkannt werden; filtrirt man eine Probe der zu untersuchenden Maische, versetzt sie mit frisch bereitetem Stärkekleister und erwärmt sie durch einige Zeit auf Maischtemperatur, so muß bei Gegenwart wirksamer Diastase auch diese Stärke verändert werden, und muß die Flüssigkeit der Reihe nach die schon beschriebenen Reactionen mit Jodlösung bis zum Ungefärbtbleiben der letzteren durchlaufen; sollte sich immer nur die blaue Färbung einstellen, so wäre dies ein Zeichen dafür, daß gar keine wirksame Diastase mehr

vorhanden ist; sollte es nicht gelingen, die Umsetzung so weit zu führen, daß völlige Farblosigkeit eintritt, sondern nur die rothe Reaction auf Erythrodextrin erlangt werden kann, so ist dies ein Beweis einer starken Schwächung der Diastase. In beiden Fällen wird man nur auf eine vollständige Vergährung des Dextrins rechnen können, wenn man die mißlungenen Maischen mit solchen mischt, welche richtig bereitet wurden, dem zu Folge noch wirksame Diastase enthalten.

Ergiebt die Bestimmung der Säure einen Ueberschuß, welcher der Diastasewirkung gefährlich werden könnte, so läßt sich dem entweder sofort abhelfen, daß man die Säure zum Theile neutralisirt oder die saure Maische durch Versetzen mit einer schwach saueren an Säure ärmer macht. (Es sei hier erwähnt, daß die Säuren nur im freien Zustande, nicht aber in Form von Salzen schädliche Wirkungen auf die Diastase äußern.)

Nach den diesbezüglichen Versuchen von Delbrück ist die Milchsäure schon in verhältnißmäßig sehr geringen Mengen ein der Wirkung der Diastase sehr schädlicher Körper und nimmt unter sonst gleichen Umständen noch zu, wenn die Temperatur der unter der Wirkung der Diastase gährenden Flüssigkeit eine höhere ist.

Delbrück fand:

Angewendete Stärkemenge	Milchsäure	Volumen der Flüssigkeit	Angewendeter Malzauszug	Farbe der Jodreaction	Dauer der Zuckerbildung	Theile Maltose auf 100 Theile Stärke gebildet
Gramm	Gramm	ccm	ccm			
0,7890	0,02	100	25	farblos	3—4	81,9
0,7909	0,04	100	25	roth	3—4	68,0
0,7886	0,06	100	25	roth	3—4	68,9
0,7922	0,08	100	25	blau	3—4	41,7

Während somit bei einem Milchsäuregehalte von 0,2 Gramm per Liter Flüssigkeit der Proceß der Maltosebildung noch so vollkommen verläuft, daß er die unter gewöhnlichen Verhältnissen überhaupt erreichbare Maltosemenge ergiebt, wirkt die doppelte Säuremenge schon so mächtig ein, daß um volle 13,9 pCt. Maltose weniger gebildet wird und die Umsetzung der Dextrine überhaupt nicht über das Stadium der Erythrodextrine hinauskommt. Merkwürdigerweise bedingt eine weitere 0,2 Gramm per Liter betragende Steigerung der Milchsäuremenge keine Abnahme in der Maltosemenge, eine Erscheinung, welche auffällig genannt werden muß und noch des weiteren Studiums bedarf, um endgültig erklärt zu werden, indem durch Anwendung von 0,2 Gramm Milchsäure per Liter mehr, die Menge der gebildeten Maltose auf die Hälfte der unter normalen Verhältnissen erreichbaren sinkt und eine gewisse Menge von Stärke einfach in die lösliche Modification übergeführt wird, ohne weiter umgesetzt zu werden.

Das letztere Ergebniß läßt vermuthen, daß es bezüglich der Menge der Milchsäure eine Maximalgrenze gebe, bei welcher sie anfängt, der Diastasewirkung sehr energisch entgegen zu treten.

Die Aehnlichkeit zwischen dieser Erscheinung und der Wirkung hoher Temperaturen auf die Diastase ist unverkennbar, und lassen sich beide auf eine Ursache

zurückführen: die diastatischen Körper theilen mit den Albuminaten im Allgemeinen die Eigenschaft, durch gewisse Temperaturen und durch Säuren in die unlösliche Modification überzugehen oder zu gerinnen; es muß daher durch ein Uebermaß von Milchsäure ebenso das Gerinnen der Diastase bewirkt werden, wie durch Erhitzen auf einen bestimmten Wärmegrad und kann man durch Zusatz einer genügenden Menge von Milchsäure zu einer Flüssigkeit die Wirkung der Diastase in einem gegebenen Momente ebenso vollständig unterbrechen, wie durch Erhitzen auf 80 Grad. Wenn man keine übermäßig große Menge von Milchsäure angewendet hat, so kann man durch Neutralisiren derselben die Diastase wieder wirksam machen; es erscheint uns aber höchst wahrscheinlich, daß die Neutralisirung bald nach dem Eintreten der Störung geschehen muß, indem sonst jene Theile der Diastase, welche noch nicht geronnen sind, ebenfalls zum Gerinnen gebracht werden und die Diastasewirkung dann für immer unterbrochen ist.

Die eben gemachten Auseinandersetzungen sagen uns schon an und für sich auf das Deutlichste, welche Arbeiten der Praktiker mit den Maischen bis zum Anstellen derselben vorzunehmen hat, um an der Hand der von der Wissenschaft gewonnenen Thatsachen mit voller Sicherheit auf sein Ziel losgehen zu können: Thermometer und Jodlösung müssen die beständig angewendeten Führer während des Maischprocesses sein, und haben wir in der raschen Bestimmung der Säure mittelst des Titrirverfahreus ein geradezu unschätzbares Mittel an der Hand, um auch den Verlauf des Processes in dieser Richtung controliren zu können.

Sehr viele Brennereileiter, welche sich auf ihre praktische Erfahrung nicht wenig zu gute thun, halten diese Bestimmungen mehr oder weniger für überflüssige Arbeiten, wenn nicht gar für zwecklose Spielerei. Als letzten Maßstab für den Werth der eingeschlagenen Methode haben wir in der Praxis offenbar die Höhe der aus einem gegebenen Stärkequantum erzielten Alkoholausbeute vor uns; wenn es nun möglich wäre, die von jenen Praktikern, welche die von der Wissenschaft gebotenen Hülfsmittel von sich weisen, erzielten Ausbeuten mit jenen zu vergleichen, die von anderen erzielt werden, welche sich dieser Hülfsmittel bedienen, so würde sich mit aller Bestimmtheit ergeben, daß letztere höhere Ausbeuten gewinnen. Da nun in jedem Gewerbe jenes Verfahren als das rationellste bezeichnet werden muß, welches das gegebene Material in materieller Beziehung am höchsten ausnützt, die in Alkohol verwandelte Stärke aber einen viel höheren Werth darstellt, als jene, welche unausgenützt in die Schlempe wandert, so ergiebt sich hieraus schon, daß der Brennereileiter, wenn er wirklich ein tüchtiger Praktiker sein will, der sein Geschäft in nutzbringender Weise betreibt, die vorangegebenen Untersuchungen ausführen muß, indem sie ebenso gut einen Theil der gesammten zur Erzielung von Alkohol aus Stärke auszuführenden Arbeiten bilden, wie das Dämpfen der Kartoffeln oder das Einmaischen ꝛc.; so, wie ein anderer Gewerbetreibender mit dem Maßstabe mißt, so muß der Brennereileiter mit dem Thermometer der Jodlösung und dem Säuremesser messen und prüfen.

Daß ein Fehler, welcher bei Beginn der ganzen Arbeit begangen wurde, sich

durch den ganzen Verlauf derselben in schädigender Weise fortzieht, bedarf kaum einer Erwähnung: ungenügendes Dämpfen bewirkt ungenügendes Verkleistern, dieses unvollkommenes Löslichwerden der Stärke; zu viel Säure unzureichende Umsetzung in Maltose ꝛc. — als letzte Folge selbstverständlich stets eine geringere Ausbeute an Alkohol, als dieselbe bei ungestörtem Gang der Ausbeute sein sollte; je früher der Fehler begangen wurde, desto schwerer sind gewöhnlich die Folgen desselben; die Fehler lassen sich aber sowohl ganz hintanhalten, als auch wieder ausgleichen, wenn man es in der Praxis nicht verschmäht, die ebenso einfachen als sicheren Hülfsmittel anzuwenden, welche die Wissenschaft bietet.

Der Verlauf der Gährung.

Der Vorgang der Gährung in einer normal behandelten Maische muß immer von einer gewissen gesetzmäßigen Aufeinanderfolge der Erscheinungen begleitet sein und verdienen dieselben die genaue Beachtung Seitens des Brennereileiters, indem auch sie ein Mittel bilden, die Regelmäßigkeit des ganzen Processes zu controliren. Wir können bei der Gährung von Spiritusmaischen, so wie überhaupt bei jeder richtig verlaufenden Alkoholgährung, drei Hauptstadien unterscheiden, welche wir mit der allgemein üblichen Benennung als Antreten der Gährung oder Vorgährung, als Hauptgährung und als Abtreten der Gährung oder Nachgährung bezeichnen können.

Das Antreten der Gährung.

Wenn man die Maischen mit beiläufig 20 pCt. Saccharometeranzeige und bis auf 15—16 ° C. gekühlt zur Gährung anstellt, so beobachtet man durch 20 bis 24 Stunden nur geringe Veränderungen in der Flüssigkeit; die Temperatur derselben nimmt nur um sehr weniges zu, eine Kohlensäure-Entwickelung ist nicht wahrzunehmen. Untersucht man aber die Flüssigkeit mittelst des Mikroskopes, so macht man die Wahrnehmung, daß in derselben eine sehr mächtige Vermehrung der Hefe stattfindet. Daß sich hierbei noch keine wesentliche Gährung zeigt, dürfte wohl darin seine Ursache haben, daß die Hefe in der Flüssigkeit freien Sauerstoff vorfindet, diesen aufzehrt, und hierdurch in die Bedingung versetzt wird, sich rasch zu vermehren. Erst wenn dieser Sauerstoffvorrath verbraucht ist, kommt die Hefe in solche Verhältnisse, daß sie ihren Sauerstoffbedarf aus chemischen Verbindungen zu decken gezwungen ist; sie zerlegt diese Verbindungen — vergährt sie.

Es hätte sonach den Anschein, als wenn es angezeigt wäre, bei der Darstellung und namentlich während der Kühlung der Maische dahin zu arbeiten, selbe vor der Aufnahme des Sauerstoffes aus der Luft zu schützen; Maische, welche keinen freien Sauerstoff enthielte, müßte demnach schon sehr kurze Zeit nach dem Versetzen mit Hefe in Gährung übergehen und wäre jene Zeit gewonnen, welche man sonst verwenden muß, um das Ferment sich entwickeln zu lassen. Es wäre aber in diesem Falle auch unbedingt nothwendig, der Maische eine sehr große Menge von außerordentlich wirksamer (durch Lüften gekräftigter Hefe) bei-

zumischen, um eine genügende Menge von Hefezellen in die Flüssigkeit zu bringen, hinreichend, um sogleich kräftige Gährung, wie sie zur Unterdrückung der Nebengährungen erwünscht ist, hervorzubringen.

Theorie und Praxis zeigen aber übereinstimmend, daß es zur Erzielung normaler Gährungen von hohem Werthe sei, nicht nur durch Lüften gekräftigte Hefe anzuwenden, sondern auch die Maische selbst möglichst mit Sauerstoff zu sättigen.

Wenn wir kräftige Hefe in mit Sauerstoff gesättigte Maische bringen, so können wir selbst unter Anwendung relativ kleiner Mengen von Hefe das Ziel: raschen und kräftigen Verlauf der Gährung, leicht erreichen. Die Hefe findet in der zu ihrer Ernährung geeigneten Flüssigkeit auch viel freien Sauerstoff; sie absorbirt denselben sehr rasch und vermehrt sich durch die ganze Masse der Flüssigkeit in rapider Weise, so daß man ohne Aufwand einer großen Menge von Stellhefe dennoch binnen Kurzem eine bedeutende Menge von Hefe in der Flüssigkeit hat, welche alsbald stürmische Gährung einleitet und die Nebengährungen nicht aufkommen läßt.

Findet das Kühlen der Maischen in der Weise statt, daß dieselben auf dem Kühlschiffe abgekühlt werden, so erscheint es sehr angezeigt, unmittelbar nachdem die Temperatur der Maischen auf 30° gesunken ist, die Stellhefe beizumischen. Es wird hierdurch die Zeit, welche noch erforderlich ist, um die Maische von 30° bis auf die Anstelltemperatur abzukühlen, zugleich für die Zwecke der Hefevermehrung ausgenützt. Letztere findet in der warmen Flüssigkeit sehr rasch statt und ermöglicht die große Oberfläche der letzteren die Aufnahme bedeutender Mengen von Sauerstoff Seitens der Hefe. Beide Factoren wirken in der Weise zusammen, daß die zum Antreten der Gährung erforderliche Zeit sehr abgekürzt wird und die Gährung dann binnen kurzem sehr mächtig auftritt.

Manche Gründe lassen es wünschenswerth erscheinen, das Kühlschiff durch andere Apparate zu ersetzen, welche die Abkühlung der Maische auf die Gährungstemperatur sehr rasch herbeiführen; vorläufig sei hierüber nur bemerkt, daß es hauptsächlich die Gefahr der Mischsäurebildung ist, welche bei der langsamen Kühlung der Maische auf dem Kühlschiffe sehr groß wird, und lassen es die Plumpheit des Geräthes und die langsame Arbeit gewiß wünschenswerth erscheinen, das Kühlschiff durch andere Kühlapparate zu ersetzen. Arbeitet man aber mit solchen Apparaten, so kann sich die Maische nicht in ausreichender Weise mit Sauerstoff sättigen und erscheint es dann sehr wichtig, auf andere Art dafür zu sorgen, daß die Sauerstoffaufnahme stattfinde.

Am einfachsten kann dies wohl in der Weise bewerkstelligt werden, daß man die Stellhefe stark lüftet und hierdurch zur raschen Vermehrung geeignet macht; noch bessere Erfolge wird man aber erzielen, wenn man auch die Maische mit Luft sättigt, was man mittelst einer besonderen Lüftungvorrichtung leicht erzielen kann.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Die Hauptgährung.

Die vollständige Aufzehrung des in Hefe und Maische vorhandenen freien Sauerstoffes, sowie die wenn auch geringe, doch bis zu einem gewissen Grade wirksame Wärmeentwickelung, welche mit dem Lebensprozeß der Hefe verbunden ist, führen endlich den Beginn der Gährung durch die ganze Masse der Maische herbei; der chemische Prozeß der Gährung entbindet aber so viel Wärme, daß sich die Temperatur der Flüssigkeit in sehr kurzer Zeit um ein sehr bedeutendes erhöht und kann diese Erscheinung als das eigentliche Merkmal des Beginns der Hauptgährung angesehen werden. Bei der höheren Wärme nimmt auch die an und für sich sehr große Fähigkeit der Hefemembran, Maltose in das Innere der Zellen treten zu lassen, bedeutend zu und soll man aus diesem Grunde die Gährungstemperatur so hoch steigen lassen, als dies ohne Gefährdung der Hefe geschehen kann, das ist 30 bis 32° C; erst wenn die Gährung so stürmisch wird, daß ein Ueberschreiten der oberen Temperaturgrenze zu befürchten steht, erscheint es rationell, durch künstliche Abkühlung der Maische entgegen zu arbeiten.

Anscheinend wäre es nun wieder am angezeigtesten, die Maische gar nicht weiter als bis auf etwa 30° abzukühlen und dann sogleich mit Hefe zu stellen, um die höchste Intensität der Gährung in kürzester Zeit zu erreichen. In Wirklichkeit würde man aber in diesem Falle nur unbefriedigende Ergebnisse erlangen und fordert eine Eigenschaft der Hefe unbedingt das Anstellen bei niederer Temperatur. Stellt man nämlich die Maische bei hoher Temperatur an, so tritt allerdings die Gährung in kurzer Zeit sehr mächtig auf; die Menge von Hefezellen, welche aber nunmehr in dem Zustande vorhanden sind, in welchem sie vergährend wirken können, ist noch eine verhältnißmäßig geringe und wird so jeder Zelle eine größere Arbeitsleistung auferlegt, als ihr auferlegt werden sollte; es hat dies zur Folge, daß die Zellen erschöpft werden, indem die Vermehrung nicht in entsprechendem Verhältnisse mit der Gährung steht — die Hefe verliert dann sehr schnell die Fähigkeit, vergährend zu wirken. Die Hefe soll zwar bezüglich ihrer vergährend wirkenden Kraft ausgenutzt werden, aber nur bis zu dem Grade, daß sie nach beendeter Gährung durch Uebertragung in ein geeignetes Nahrungsmittel (in die noch keine Producte der Alkoholgährung enthaltende Hefemaische) und durch Lüftung wieder so weit gekräftigt wird, daß sie sich rasch vermehren kann. Dieser Zustand der Ausnutzung darf aber erst gegen das Ende der Gährung überhaupt eintreten, muß aber während der Hauptgährung mit aller Sorgfalt hintangehalten werden.

Daß schon während der Hauptgährung der Maische selbst die sich bildenden Gährungsproducte der Hefe nachtheilig wirken, läßt sich aus dem Umstande entnehmen, daß die Hefe schon kurze Zeit nach dem Beginne der Hauptgährung aufhört, sich zu vermehren; directe Zählversuche lassen es wahrscheinlich erscheinen, daß in einer Maische von ursprünglich 20° Saccharometeranzeige die Vermehrung der Hefe ihr Ende erreicht, wenn die Gährung bis auf 15 pCt. Saccharometeranzeige fortgeschritten ist.

In concentrirteren Maischen findet in Folge der größeren Menge von Nahrung, welche den Hefezellen zu Gebote steht, eine raschere Vermehrung derselben statt und wird dem zu Folge auch die Zeit, welche erforderlich ist, daß sich die Hefe auf das genügende Maß vermehre, eine kürzere sein; man soll daher concentrirte Maischen mit geringerer Temperatur anstellen, um die Vermehrung der Hefe in richtiger Weise, das heißt: ohne daß schon Gährung stattfindet, vor sich gehen zu lassen; die Temperatur steigt dann in der zuckerreichen Maische um so rascher auf die erforderliche Höhe, wenn die Gährung nur einmal eingeleitet ist. Umgekehrt muß man verdünntere Maischen bei höherer Temperatur anstellen, damit in der an Nahrung ärmeren Flüssigkeit die durch die Wärme erhöhte Aufnahmefähigkeit der Zellmembrane die Ernährung und mit dieser die Vermehrung der Hefe beschleunigt. In der Maische sind zwei Körper enthalten, welche vergähren sollen: Maltose und Dextrin. Nachdem erstere direct gährungsfähig ist, so erscheint es begreiflich, daß zuerst der weitaus größere Theil der Maltose zur Vergährung gelangt; in dem Maße aber, in welchem die Menge der Maltose in der Maische abnimmt, kann die Diastase auf das vorhandene Dextrin einwirken und dasselbe in Maltose überführen. Obwohl noch directe analytische Belege über diesen Gegenstand ausständig sind, erscheint es uns der Natur der Sache nach sehr wahrscheinlich zu sein, daß der Proceß der Diastasewirkung auf das Dextrin zwar während des ganzen Verlaufes der Gährung stattfindet, aber erst mächtig wird, wenn der größte Theil der Maltose vergohren ist und die Gährung anfängt schwächer zu werden.

Die Nachgährung.

Das Nachlassen in der Entwickelung von Kohlensäure und das Eintreten einer langsameren Abnahme der Saccharometeranzeige in einer gewissen Zeit, zeigt uns die Grenze an, bei welcher die Hauptgährung ihr Ende erreicht und die Nachgährung beginnt. Letztere kann, wie schon angedeutet wurde, nur bis zur völligen Vergährung des Dextrines gebracht werden, wenn die Diastasewirkung neben jener des Alkoholfermentes stattfindet. Nachdem die Diastase bei höherer Temperatur (42—45°) am kräftigsten wirkt, mit dem Nachlassen der Hauptgährung aber auch ein Sinken der Temperatur der Flüssigkeit eintritt, soll man gegen das Ende der Hauptgährung die etwa vorgenommene künstliche Abkühlung der Maische einstellen, um durch die höhere Wärme die Wirksamkeit der Diastase zu steigern und auch die Thätigkeit des Alkoholfermentes noch kräftig anzuspannen, um die vergährende Kraft desselben vollständig auszunützen.

Beobachtet man den Kunstgriff, die Wärme der Maische bei Beginn der Nachgährung möglichst zusammen zu halten, so verläuft auch dieser letzte Act der Gährwirkung vollständig; nicht nur findet sich in der ausgegohrenen Maische keine Spur von Maltose vor, sondern findet die Vergährung überhaupt so vollkommen statt, daß nur ein sehr kleiner Rest von Dextrin unvergohren bleibt. Die Spiritusausbeute kommt dann der theoretisch berechneten sehr nahe. Bis nun ist

dieser Umstand in vielen Brennereien noch nicht genügend gewürdigt und lassen die Ausbeuten derselben zwar auf die vollständige Vergährung der Maltose schließen, ohne daß jedoch eine erhebliche Menge von Dextrin vergohren wäre, und liefern diese Ausbeuten den indirecten Beweis, daß entweder die Maischung unrichtig vorgenommen wurde, oder die Nachgährung der Maische unter ungünstigen Verhältnissen verlief.

Obwohl nicht daran zu zweifeln ist, daß es durch das Verfahren der directen Zählung der Hefezellen gelingen wird, genau die Menge von Hefe zu bestimmen, welche für eine Maische von bestimmter Concentration am geeignetsten ist, um die Gährung in richtiger Weise zu vollführen, ist man in der Praxis noch nicht auf diesen exacten Standpunkt angelangt. In Bezug auf die einer Maische zuzufügende Hefemenge kann wohl als Regel gelten, daß man mit einer verhältnißmäßig großen Hefemenge das günstigste Resultat erzielt; es ist aber auch der Fall denkbar, daß man zuviel Hefe anwenden kann und ist dies besonders zu beachten, wenn man mit concentrirteren Maischen arbeitet; ein großes Quantum von Hefe wird sich in der concentrirten Maische so stark vermehren, daß nicht nur ein ansehnlicher Theil der Maltose zur Bildung von Cellulose für die Zellmembran der Hefe verbraucht wird und für die Alkoholausbeute selbstverständlich verloren geht, sondern auch die Hauptgährung so stürmisch verläuft, daß während derselben keine weitere Vermehrung der Hefe eintritt und die vorhandene trotz ihrer großen Menge doch in der kurzen Zeit übermäßige Arbeit leisten muß und in Folge dessen so geschwächt wird, daß sie bei der Nachgährung nicht mehr im Stande ist, die durch die Diastasewirkung entstehende Maltose vollständig zu vergähren.

Es wird daher eine der Hauptaufgaben des Brennereileiters sein, durch längere Zeit fortgesetzte Versuche mit Maischgut von verschiedener Concentration und Temperatur jene Hefemengen zu ermitteln, bei deren Anwendung sich die vollkommenste Vergährung gleichbedeutend mit der höchsten Alkoholausbeute ergiebt.

Diese an sich nicht leichte Aufgabe läßt sich dadurch leichter ihrer Lösung entgegen bringen, wenn man ein bestimmtes Hefequantum mit süßer Maische vorstellt; es findet hierdurch eine starke Vermehrung der Hefe statt, welch' letztere dann in der Maische kräftige Gährung bewirkt. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist das Vorstellen bei concentrirten Maischen, deren bedeutender Maltosegehalt auch die Gegenwart einer größeren Hefemenge beansprucht. Die Zeit, welche man nach dem Vorstellen verstreichen läßt, ehe man die Hefe zur Maische bringt und die Menge der Hefe und Maische, welche man hierfür anwendet, bedingen auch die Menge der neu producirten Hefezellen. Einem bestimmten Gewicht an normaler Hefe entspricht aber auch eine bestimmte Gewichtsmenge an vergohrener Maltose, und wird der Brennereileiter offenbar dann das richtige Verhältniß zwischen Maische und Hefe getroffen haben, wenn die Menge der vorhandenen Hefe eben ausreicht, um die Gährung von Maltose und Dextrin vollkommen zu Ende zu führen.

Der Brennereileiter braucht in diesem Falle nur genügende Aufmerksamkeit auf den Verlauf der Gährung zu wenden, ohne ein anderes Instrument zu benutzen als jene, deren er zum Verfolg des Gährungsverlaufes überhaupt bedarf und kann man diese Methode der Annäherung an das richtige Verhältniß zwischen Maltose und Hefe so lange als zweckmäßig erklären, bis dieses Verhältniß endgültig festgestellt ist; von da an wird die Zählmethode unbedingt jene sein, welche allein Anwendung verdient.

Wenn wir alle Erscheinungen, welche sich während des ganzen Gährungsprocesses zeigen, kurz zusammenfassen, so ergiebt sich Folgendes:

Der Gährungsvorgang vom Anstellen an gerechnet zerfällt in drei Hauptperioden:

1. In eine Periode, während welcher die Hefe noch eine starke Vermehrung zeigt und nur jene Zellen der Stellhefe, welche sich gerade in jenem Stadium befinden, in welchem sie vergährend wirken können, Gährung veranlassen; die Temperatur der Flüssigkeit nimmt langsam zu, die Saccharometeranzeige langsam ab, ist endlich eine gewisse Menge Alkohol gebildet, so ist auch gewöhnlich schon die Entwickelung der Hefe so weit gediehen, daß die Gährung anfängt, mächtig zu werden, die Maisch tritt
2. in das Stadium der Hauptgährung; diese manifestirt sich durch mächtige Entwickelung von Kohlensäure, Steigerung der Temperatur bis zu einer gewissen nicht zu überschreitenden Grenze und starke Abnahme der Saccharometeranzeize, es wird nunmehr die größte Menge von Maltose vergohren; nach einer gewissen Zeit sinkt die Temperatur wieder, die Entwickelung von Kohlensäure wird schwächer, die Saccharometeranzeige nimmt langsamer ab, die Hauptgährung geht
3. in die Nachgährung über; die Maische enthält nunmehr nur noch wenig Maltose aber noch den größten Theil des ursprünglich vorhandenen Dextrines, welches sich unter dem Einflusse der Diastase in Maltose umsetzt, die durch die Hefe vergährt wird, so daß der Theorie nach die Gesammtmenge der in der ursprünglichen Maische vorhandene Maltose und Dextrin in die Producte der Alkoholgährung übergeführt werden.
4. Die vollständige Vergährung ist abhängig von dem Vorhandensein wirksamer Diastase in der fertigen Maische, der Anwendung einer genügenden Menge kräftig wirkender Hefe und Regulirung der Temperatur während des ganzen Gährungsvorganges innerhalb gewisser nicht zu überschreitender Grenzen.

Die Beschaffenheit der vergohrenen Maischen.

Neben Wasser, Alkohol, den freien Säuren, Hefe, Schalenstücken, Salzen und nicht flüchtigen Extractivstoffen des Malzes und der mit diesem vergohrenen Materialien enthält die Maische noch eine große Reihe von flüchtigen Körpern, welche als Gährungsproducte anzusehen sind und in Folge ihrer Flüchtigkeit

bei der Destillation der Maischen neben Alkohol und Wasser verdampfen. Man bezeichnet diese Stoffe mit dem Sammelnamen Fuselöle; ihrer Wesenheit nach sind sie als Verbindungen anzusehen, welche theils der Gruppe der einwerthigen Alkohole theils den aus diesen abzuleitenden Verbindungen angehören; Amylalkohol ist z. B. ein in den vergohrenen Kartoffelmaischen stets nachzuweisender Körper, in geringen Mengen findet man auch Propyl- und Butyläther und Aldehyd. Daß übrigens die Beschaffenheit der Fuselöle je nach der Art des zur Gährung gebrachten Materials eine sehr verschiedene sein kann, ist z. B. aus der Zusammensetzung des Weinfuselöles zu entnehmen, welches der Hauptsache nach aus einem Gemenge von viel caprinsaurem mit wenig caprylsaurem Aethyläther oder bisweilen nur aus caprinsaurem Amyläther besteht; in dem aus gegohrenen Getreidemaischen gewonnenen Spiritus lassen sich ähnliche Verbindungen nachweisen und erscheint es wahrscheinlich, daß diese sogenannten zusammengesetzten Aether nicht erst während der Destillation aus den freien Säuren und den Alkoholen gebildet werden, sondern schon (zum größeren Theile wenigstens) in der vergohrenen Maische fertig gebildet sind.

Wenn es sich um die Darstellung von Spiritus handelt, müssen diese fremden Körper, welche beim Erhitzen der vergohrenen Maischen zum größten Theile neben Alkohol und Wasser überdestilliren, beseitigt werden, indem sie den Spiritus sowohl für technische Zwecke als zur Herstellung von Liqueure u. s. w. ungeeignet machen; nur in gewissen Fällen wünscht man, daß eine sehr geringe Menge der Fuselöle dem Weingeiste beigemengt bleibe und demselben ein specifisches Bouquet ertheile, z. B. bei der Darstellung von Korn- und Weinbranntwein. Aber auch die gar nicht mehr quantitativ bestimmbaren Mengen von Fuselölen, welche wir in diesen Branntweinen vorfinden, nehmen auf den Geschmacks- und Geruchssinn unangenehmen Einfluß, und erst nach längerem Lagern gewinnt der Geschmack und Geruch Harmonie. Wahrscheinlich findet hierbei die Bildung zusammengesetzter Aether statt und gehen Oxydationen vor sich, indem die Verbesserung des Geruchs und Geschmacks dieser Branntweine nur vor sich geht, so lange dieselben in porösen (Holz)gefäßen lagern und in den Poren derselben mit Luft in Berührung stehen; in Gefäßen, in welchen keine solche Berührung stattfinden kann, findet auch keine Aenderung statt.

Wenn wir von diesen speciellen Fällen absehen, ist es Hauptaufgabe, bei der weiteren Verarbeitung der vergohrenen Maischen dahin zu wirken, den Alkohol möglichst rein, d. h. frei von Fuselölen und mit einem sehr geringen Wassergehalt zu erzielen, und geschieht dies durch die Destillation und Rectification. Man hat vielfach Versuche angestellt, um die in dem rohen durch Destillation gewonnenen Spiritus die Fuselöle durch Chemikalien zu zerstören, ohne jedoch hierbei wirklich zu praktisch anwendbaren Ergebnissen gelangt zu sein.

Die Oxydationsmittel, deren man sich zu diesem Zwecke bedient, Chlorkalk, übermangansaures Kali, Chromsäure u. s. w. oxydiren den Aethylalkohol sehr leicht; es entsteht durch Chlorkalk Chloroform, durch die anderen Körper Essigäther, der Geruch des Rohspiritus ändert sich in Folge dessen, die Fuselöle aber,

namentlich der Amylalkohol, bleiben unverändert und erhält man durch diese Operation eigentlich nur ein Produkt, welches reicher an fremden Riechstoffen (Chloroform, Essigäther) ist. In neuerer Zeit soll nach einem französischen Patente, (Naudin & Schneider, Patent 126,637) die Umwandlung der in Rohspiritus enthaltenen Aldehyde in die bei viel höheren Temperaturen siedenden und darum leichter abscheidbaren Alkohole dadurch gelungen sein, daß man den Rohspiritus durch vier Tage der Einwirkung einer Zink-Kupfer-Batterie aussetzt, und zwar in der Weise, daß die Batterie in die Flüssigkeit selbst taucht; der aus dem Wasser frei werdende Wasserstoff soll im Moment des Freiwerdens auf die Aldehyde in der Weise einwirken, daß er sie in Alkohole umwandelt. Ob sich dieses Verfahren in der Praxis bewährte, ist noch nicht festgestellt.

Die theoretische und die in der Praxis erzielbare Ausbeute an Alkohol.

Wenn man der von Pasteur aufgestellten Gährungsgleichung folgt, indem dieselbe unter allen bisherigen diesbezüglichen Gleichungen noch am meisten die Vorgänge berücksichtigt, welche neben der eigentlichen Alkoholgährung bei der Gährung von Maischen stattfinden, so ergiebt sich aus derselben, daß 100 Theile Zucker 48,4 Theile Alkohol ergeben und kann man aus diesen Zahlen einen Rückschluß auf die Mengen von Stärkemehl machen, welche nothwendig sind, um das gleiche Alkoholquantum zu liefern. Nehmen wir an, daß der Vorgang beim Maischen in der Weise erfolgt, daß ein Stärkemolekül acht Maltosemoleküle und ein Dextrinmolekül bilde, so läßt sich die Menge von Stärke, welche 48,4 Theile Alkohol zu liefern vermag, leicht berechnen; setzt man voraus, daß auch das gesammte Dextrinquantum durch die Diastase während der Gährung in Maltose umgewandelt wird, so entspricht ein Stärkemolekül (= 3240 Gewichtstheile) acht Maltose- und einem Dextrinmoleküle (zusammen 3384 Gewichtstheile). Angenommen, daß 100 Gewichtstheile (Maltose und Dextrin zusammen) 48,4 Gewichtstheile Alkohol zu liefern vermögen, so würden 100 Gewichtstheile Stärke genau 50,5501 Gewichtstheile Alkohol liefern. 3240 Stärke in Maltose und Dextrin verwandelt ergeben 1637,8560 Alkohol.
100 „ „ „ „ „ „ „ 50,5501 „

Der Theorie nach sollten somit 100 Gewichtstheile Stärke genau 50,5501 Gewichtstheile Alkohol ergeben.

Wenn man die Vergänge, welche während der vorbereitenden Operationen zur Gährung (Dämpfen, Zerkleinern und Maischen der Rohmaterialien) stattfinden, in's Auge faßt, so ergiebt sich schon aus der Erwägung der hierbei maßgebenden Verhältnisse, daß ein gewisser Percentantheil an Stärke in Folge der Unvollkommenheit der mechanischen und chemischen Aufschließungsmethoden der Ausnützung auf Alkohol entgeht. In der Pasteur'schen Gährungsgleichung ist nur auf die Glycerin- und Bernsteinsäuregährung sowie auf die Menge von Zucker, welche zur Bildung von Hefemembran (Cellulose) verwendet wird, Rücksicht genommen; in der Praxis der Spiritusfabrikation treten noch jene Verluste

hinzu, welche durch die Nebengährungen, besonders durch die Milchsäure- und Essigsäuregährung sowie durch die Bildung von Fuselöle bedingt werden, ferner durch directe Verflüchtigung von Alkohol entstehen können, so daß hierdurch abermals eine Verringerung der Ausbeute stattfindet.

Der größte Entgang an Material für die Alkoholausbeute liegt aber unstreitig in der nicht vollkommen stattfindenden Umsetzung der Dextrine in Maltose respective in Alkohol; wenn es auch durch die gehörige Sorgfalt des Brennereileiters gelingt, die Milchsäuregährung auf das Minimum zu beschränken, so ist der hierdurch erzielte Gewinn gering anzuschlagen, wenn er nicht alles daran wendet, um das in der Maische vorhandene Dextrin vergähren zu machen. Letzteres wird wohl einmal ganz vollständig zu erreichen sein, obwohl es zur Zeit in der Praxis noch nicht möglich ist, mehr als einen gewissen Percenttheil des Dextrines vergähren zu machen. Die Verluste, welche man somit durch verschiedene Umstände erleidet, lassen sich sowohl auf physikalische als auf chemische Ursachen zurückführen; zu den ersteren gehört die unvollständige Aufschließung des Stärkemehles durch das Dämpfen, zu letzteren alle, zum Theil nicht zu vermeidenden Nebengährungen und alle anderen Einflüsse, welche die Wirksamkeit der Diastase während des Maisch- und Gährungsprocesses schädigen können.

Die Mechanik hat in neuerer Zeit viel dazu beigetragen, die Aufschließung des Stärkemehles möglichst vollständig zu bewirken und hierdurch zur Erzielung höherer Ausbeuten zu gelangen, und ist dies ganz besonders durch die Einführung der sogenannten Malzmilchapparate und des Hochdruckverfahrens der Fall gewesen. Was aber die eigentlich für die zu erzielenden Ausbeuten noch bedeutungsvollere chemische Seite der Frage anlangt, ist dieselbe erst im Laufe der letzten Jahre gehörig in Fluß gekommen; die Untersuchungen über die Lebensbedingungen der Hefe, die Wirksamkeit der Diastase und die sich gegenseitig ergänzende Thätigkeit beider Fermente haben nicht minder dazu beigetragen, höhere Ausbeuten zu erzielen, als früher. Daß trotz alledem in der Praxis noch sehr viel zu thun übrig bleibt, um die Ausbeuten zu steigern, lehren uns die Zahlen, welche bisher in den bestgeleiteten Brennereien bezüglich der Ausbeuten festgestellt wurden; selbst der beste Betrieb weist nur 85 Percent der theoretisch möglichen Ausbeute nach, so daß gegenwärtig noch 15 Percent Stärkemehl für die Alkoholgewinnung verloren gehen und nur in einer Form, in welcher sie viel geringeren materiellen Werth besitzen, Anwendung finden können. Wir haben schon oben die Ursachen angegeben, welche auf die Verminderung der Ausbeuten Einfluß nehmen können; einige Zahlenbelege werden dazu beitragen, diese Ursachen in das richtige Licht zu bringen und gleichzeitig Anhaltspunkte dafür bieten, worauf es bei der Kritik eines mechanisch wirkenden Apparates oder eines auf chemischer Grundlage beruhenden Verfahrens ankommt.

Wenn wir uns zunächst mit den Methoden beschäftigen, welche gegenwärtig bezüglich des Dämpfens und der mechanischen Aufbereitung angewendet werden, so finden wir im Vergleiche mit den älteren Methoden einen bedeutenden Fortschritt. Die Aufschließung der Materialien nach den alten Verfahren ging nur soweit,

daß von 100 Theilen des ursprünglich vorhandenen Stärkemehles 88 Theile wirklich zur Vergährung gelangten, was einem Verluste von 12 pCt. gleichkommt. Bei Anwendung der neuen Verfahren (vervollkommnete Zerkleinerungsapparate und Dämpfen unter erhöhtem Druck) gelangt man im Durchschnitt zu Ausbeuten, welche eine Vergährung von 93 pCt. Stärkemehl voraussetzen, so daß der thatsächliche Verlust nur 7 pCt. beträgt. Die Ausbeuten sind also nach den neuen Verfahren um 5 pCt. größer als nach dem alten und werden die Kosten, welche durch die Anschaffung der neuen Apparate entstehen, bald durch den Mehrwerth der Production gedeckt sein, von letzterem Zeitpunkte angefangen, der Gewinn ein bleibender sein.

Ueber die Verluste, welche durch Nebengährungen entstehen können, lassen sich bei weitem keine so bestimmten Angaben machen, wie über jene, welche sich durch mangelhafte Aufschließung und Dextrinvergährung aufstellen lassen und liegt die Ursache dieser Erscheinung in dem Umstande, daß die physiologische Seite der Wirksamkeit des Milchsäure-, Essigsäurefermentes u. s. w. noch lange nicht so eingehend studirt wurde, als dies mit dem Alkoholfermente der Fall ist; über jene Gährungsformen, durch welche die Fuselöle gebildet werden, ist unser Wissen beinahe mit Null anzuschlagen, alles hierüber Bekannte ist kaum mehr als des Beweises harrende Vermuthung zu nennen.*)

Wir können uns bezüglich der Entstehung der Säuren in der Maische leicht beliebige Gleichungen aufstellen, welcher aber wahrscheinlich ebensowenig wirklicher Werth innewohnt, als der durch so lange Zeit als richtig anerkannten Gleichung Gay-Lussac's, der zu Folge bei der Alkoholgährung Zucker vollständig in Alkohol- und Kohlensäure zerfallen soll.**) Für die Entstehung der Milchsäure aus Maltose läßt sich z. B. die folgende Gleichung aufstellen:

$$\underset{\text{Maltose}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} = 4\underset{\text{Milchsäure}}{(C_3H_6O_3)}$$

und würde nach dieser Gleichung ein Maltosemolekül unter Aufnahme von einem Molekül Wasser direct in vier Milchsäuremoleküle übergehen; es ist aber auch möglich, ja nach der Analogie mit der Einwirkung des Alkoholfermentes auf Zucker sogar sehr wahrscheinlich, daß ein Maltosemolekül eine viel geringere Menge an Milchsäure ergiebt, als es nach der vorstehenden Gleichung ergeben sollte. Selbst diese Gleichung als richtig angenommen, ergiebt sich immerhin ein nicht unbedeutender Abgang in der Menge von gährungsfähigem Material, welches zur Bildung von Milchsäure verwendet wird; es beträgt der Verlust, der auf diese Weise entsteht, immerhin einige Percente des gährungsfähigen Materials, und ist auch schon hierdurch eine Mahnung dafür gegeben, die Milchsäurebildung in den Maischen möglichst niederzuhalten.

Essigsäure scheint zwar ein constantes Product der Alkoholgährung zu sein,

*) Vergleiche Band I, Seite 251.
**) Vergleiche Band I, Seite 243.

wird daher auch einen Theil des vergährbaren Materiales in Anspruch nehmen; die hierdurch bedingten Verluste sind aber sehr geringe und dürften im Vergleiche mit jenen, welche sich in Folge einer directen Einwirkung des Essigfermentes auf den Alkohol bilden, zu vernachlässigen sein. Das Essigferment siedelt sich sehr leicht auf vergohrenen Maischen an und bedingt das fast unvermeidliche Verschütten kleiner Mengen der letzteren die Gegenwart des Essigfermentes in der Luft der Brennereien. Die Mengen von Essigsäure, welche durch Zerstörung des Alkohols selbst gebildet werden, können um so größer sein, je mehr die Luft der Brennerei mit dem Fermente selbst inficirt ist und je schwächer die Nachgährung verläuft, und ist es kaum möglich, hierfür Zahlen von gewissem Werth aufzustellen. Maercker und Schulze fanden in zwei Fällen den durch Essigsäurebildung bedingten Verlust an Alkohol gleich 3,25 und 3,61 pCt. der Alkoholausbeute; in Brennereien, in welchen es an der genügenden Reinlichkeit mangelt, in welchen die Nachgährung so schleppend verläuft, daß über der Flüssigkeit nicht mehr eine Kohlensäuredecke lagert, welche den Zutritt der Luft abschließt und die Entwickelung des Essigsäurefermentes hierdurch unmöglich macht, können weit größere Verluste an Alkohol durch Essiggährung entstehen.

Wenn wir für die Entstehung des Amylalkohols, dem Hauptbestandtheile des Fuselöles, ebenfalls nach einer Gährungsgleichung suchen, können wir dieselbe dadurch construiren, daß wir den Uebergang von Maltose in Dextrose annehmen, und läßt sich dann aus der Zusammensetzung letzterer eine freilich noch nicht durch den directen Versuch ihrer Richtigkeit nach bewiesene Gleichung für die Entstehung des Amylalkohols ableiten:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2(C_6H_{12}O_6)$$
Maltose Wasser Dextrose

$$5(C_6H_{12}O_6) + 4(C_5H_{12}O) + 6H_2O + 10CO_2$$
Dextrose Amylalkohol Wasser Kohlensäure.

Eine Verlustquelle von nicht zu unterschätzender Bedeutung bildet ferner die Verflüchtigung von Alkohol während der Gährung, indem aus der 30 und mehr Grade warmen Flüssigkeit durch die Kohlensäure so viel Alkohol in Dampfform fortgeführt wird, daß das Verlustquantum auf mindestens 4 pCt. des gesammten Alkoholquantums angenommen werden muß. Es wäre nun allerdings leicht, diesem Verluste dadurch entgegen zu wirken, daß man geschlossene Gährgefäße anwendet und die entweichende Kohlensäure in Schlangenröhren abkühlt, um den Alkohol zu verdichten; in der Praxis stellen sich dem aber so mannigfache Hindernisse entgegen, daß unseres Wissens in keiner Spiritusfabrik solche Gährgefäße in Anwendung stehen.

Wir sehen aus den vorstehend gegebenen Darlegungen über die Verluste, welche sich in der Praxis an gährungsfähigem Material und Alkohol selbst ergeben, daß es mit ziemlich erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist, sich aus der Menge des erzielten Alkohols ein richtiges Bild über den Verlauf der Arbeit zu schaffen, und giebt es eigentlich nur einen einzigen Weg, zu einem solchen zu gelangen,

nämlich den: zwischen einer bestimmten Gewichtsmenge Stärkemehl und der aus ihr gewonnenen Alkoholmenge eine Relation aufzustellen. Unter der Annahme, daß während der ganzen Arbeit absolut keine Verluste entstehen und die Stärke geradezu in Alkohol und Kohlensäure zerfällt, ergiebt die Rechnung, daß 1 kg Stärke genau 71,612 Liter-Percente Alkohol liefert. (Ein sogenanntes Liter-Percent ist gleich 10 ccm wasserfreier Alkohol, oder das specifische Gewicht des Alkohols bei 15,5° C. mit 0,7939 angenommen, gleich 7,939 Gramm.)

Es ist begreiflicher Weise in der Praxis vollkommen unmöglich, diese Menge zu erreichen, selbst dann nicht, wenn alles Stärkemehl vollständig durch Gährung zersetzt würde, indem die unvermeidlichen Nebenproducte der Alkoholgährung selbst (Glycerin, Bernsteinsäure) der Zuckerverbrauch für Neubildung von Hefe, ferner die Nebengährungen, Essig- und Milchsäuregährung, Materiale in Anspruch nehmen.

Pasteur nimmt in seiner Gährungsgleichung für 100 Theile Zucker einen Verlust von 5,11 pCt. an; zu diesem müssen aber noch die Verluste gerechnet werden, welche durch die Nebengährungen und durch die Verflüchtigung von Alkohol bedingt werden, und würden sich so beiläufig 6 pCt. Verlust ergeben, so daß man 65,612 Liter-Percent Ausbeute erhalten würde.

Setzt man die theoretische Ausbeute (71,612 Liter-Percente) gleich 100, so ist die Ausbeute von 65,612 Liter-Percent gleich 91,481 der theoretischen Ausbeute. Die höchsten in der Praxis aus einem Kilogramm Stärkemehl erzielten Ausbeuten sind aber im Durchschnitt nur 61 Liter-Percente Alkohol, was auf Percente der theoretischen Ausbeute umgerechnet 85,181 ergiebt.

Man wird daher bei gutem Betriebe aus je 1 Kilogramm eingemaischter Stärke 61 Liter-Percente Alkohol oder 85,181 pCt. der theoretischen Ausbeute erhalten können; die fehlenden 15 pCt. vertheilen sich etwa in folgender Weise:

	Minimum	Maximum
1. an unaufgeschlossen gebliebenem Stärkemehl .	1,5	4,5
2. an unvergohren gebliebenem gelösten Material	4	11,5
3. durch Nebengährungen Verflüchtigung von Alkohol ꝛc.	9,5	16,8
	15,0	32,8

Hieraus folgt als wichtiger Schlußsatz: Bei vorzüglichem Betriebe ergiebt 1 Kilogramm Stärkemehl 61 Liter-Percent Alkohol oder 85,181 pCt. der theoretischen Ausbeute; bei schlechtem Betriebe kann die Ausbeute bis auf 48,8 Liter-Percente oder 67,2 pCt. der theoretischen Ausbeute herabsinken und hat der Brennereileiter in diesen Zahlen den allein richtigen Maßstab zur Selbstcontrole seiner Arbeitsleistung in der Hand.

Die höchsten Ausbeuten sind immer nur bei vollständigster Aufschließung des in den Rohmaterialien gegebenen Stärkemehles, unter Anwendung von Hochdruckapparaten und größter Sorgfalt beim Maischen und der Gährung zu erzielen, und ist hierin schon für den Praktiker aus rein materiellen Gründen die Nothwendigkeit klar gelegt, die Arbeit mit den alten unvollkommenen Apparaten, sowie nach veralteten bestimmten Recepten für Maischen- und Hefedarstellung aufzugeben und sich dem allein richtigen Verfahren zuzuwenden, bei welchem der Verlauf der Maischung, Säuerung und Gährung mittelst zweckdienlicher Instrumente fortwährend überwacht wird.

VII. Die Deſtillation.

Die Flüſſigkeiten, welche ſich nach Beendigung der Gährung ergeben, enthalten je nach dem urſprünglich angewendeten Rohmateriale ſehr verſchiedenartige Körper — neben gelöſten nicht gährungsfähigen Körpern: Salzen, Dextrin, organiſchen Säuren ꝛc., unverändertes Stärkemehl, Getreidehülſen, Celluloſe ꝛc., aber hauptſächlich Waſſer und eine der Concentration und dem Vergährungsgrade der Flüſſigkeit entſprechende Alkoholmenge, welch' letztere zwiſchen 8 und 12 Volumpercent ſchwankt. Es handelt ſich bei der Operation, welche der Beendigung der Gährung zu folgen hat, darum, den Alkohol in möglichſt reinem Zuſtande von den übrigen Körpern zu trennen und geſchieht dies durch die Deſtillation.

Das Weſen der Deſtillation beſteht darin, daß man eine flüchtige Flüſſigkeit durch Erwärmen zum Verdampfen bringt und den Dampf wieder durch Abkühlen zur Flüſſigkeit verdichtet. Nachdem hier nur die flüchtigen Producte in Betracht kommen, müſſen wir uns an die Eigenſchaften jener flüchtigen Körper erinnern, welche in vergohrenen Flüſſigkeiten überhaupt vorhanden ſein können und namentlich deren Siedepunkte ins Auge faſſen. Es ſind dies

Aethylalkohol	ſiedet bei	78° C.
Propylalkohol	„ „	98,5° C.
Waſſer	„ „	100° C.
Butylalkohol	„ „	115° C.
Eſſigſäure	„ „	118° C.
Amylalkohol	„ „	132° C.
Butterſäure	„ „	157° C.
Oenanthäther oder Weinfuſelöl	beiläufig bei	231° C.

Wie ſich aus dieſer Zuſammenſtellung ergiebt, zeigt der Aethylalkohol unter allen hier in Betracht kommenden Flüſſigkeiten den niedrigſten Siedepunkt; erhitzt man

daher die vergohrene Maische zum Sieden, so wird in dem Maße, in welchem der leichter flüchtige Körper (Alkohol) verdampft, der Siedepunkt steigen und werden die später folgenden Dämpfe immer reicher an Wasser, bis schließlich aller Alkohol verdunstet ist.

Wenn wir von der Erhöhung des Siedepunktes in der Flüssigkeit absehen, welcher durch die Gegenwart von Salzen und anderen gelösten Körpern bedingt wird, so zeigt eine Flüssigkeit von 10 pCt. Alkoholgehalt einen Siedepunkt von 92,5° C. und giebt Alkohol und Wasser in dem Verhältnisse ab, daß man 55percentigen Weingeist erhält. Ist der Alkoholgehalt nur mehr 7 Volum-pCt., so beträgt der Siedepunkt 93,75° und die überdestillirende Flüssigkeit enthält 50 pCt. Alkohol; bei 5 Volumpercent und 95° C. Siedepunkt ergiebt sich 42percentiger Alkohol ꝛc., so daß man schließlich, nachdem die Gesammtmenge des Alkohols abdestillirt ist, eine Flüssigkeit erhält, welche beiläufig 72 Volumpercent Wasser und 28 Volumpercent Alkohol enthält.

Es ist aber durch diese erste Destillation nicht möglich, blos ein Gemenge aus Alkohol und Wasser zu erzielen, sondern es kommen neben diesen noch alle flüchtigen Körper zur Verdampfung, welche sich überhaupt in der ursprünglichen Flüssigkeit vorfanden — nur das Mengenverhältniß der einzelnen Körper ist ein verschiedenes: die Essigsäure mit einem Siedepunkt von 118° C. wird in größerer Menge verdampfen, als der Amylalkohol, dieser wieder leichter als die noch schwerer flüchtigen Producte. Zu Anfang der Destillation ergiebt sich das an Alkohol reichste und an Fuselölen ärmste Destillat, der Vorlauf, welchem der Nachlauf mit weniger Alkohol und viel Fuselöl folgt.

Obwohl nun der Amylalkohol einen verhältnißmäßig sehr hohen Siedepunkt besitzt, verdampft derselbe sammt der Essigsäure dennoch mit den Dämpfen des Alkohols und Wassers, ja selbst das noch bei viel höherer Temperatur siedende Weinfuselöl (welches sich in der Weinhefe vorfindet) kommt zur Verdampfung, wird dann von den Alkoholdämpfen mitgerissen und findet sich daher sowohl im Vor- als im Nachlaufe Fuselöl vor.

Durch die einfache Destillation wird somit blos eine Trennung der ursprünglichen Flüssigkeit in zwei bewirkt, von welchen das Destillat die Gesammtmenge des Alkohols, eine große Menge von Wasser und außerdem Essigsäure und Fuselöle enthält, indeß in dem Rückstande — in der Schlämpe alle nicht flüchtigen Körper zurückbleiben.

Die Flüssigkeit, welche sich durch die einmalige Destillation aus einem einfach gebauten Destillirapparate ergiebt, der sogenannte Lutter, ist weit davon entfernt, die Eigenschaften zu zeigen, welche man von dem Weingeiste im Handel verlangt; der Lutter riecht und schmeckt durch die beigemengten fremden Körper und muß von diesen, sowie von dem größten Theile des Wassers befreit werden, um Handelswaare zu ergeben.

Je nach den Mengen von Fuselöl, welche der Lutter enthält, zeigt derselbe ein bläulich-opalisirendes bis milchweißes Aussehen, indem die Fuselöle wegen ihrer Schwerlöslichkeit in verdünntem Weingeist nicht gelöst vorhanden, sondern

in demselben in Form sehr feiner Tröpfchen vertheilt sind. Der Gehalt an Essigsäure bedingt immer eine sauere Reaction des Lutters, und ertheilen ihm die Fuselöle einen unangenehmen Geschmack und Geruch.

Nach dem alten Verfahren, bei welchem man die Destillation immer nur unter Anwendung sehr einfach gebauter Apparate, bestehend aus der sogenannten Blase sammt Helm und dem Kühlrohre, vornahm, mußte der Lutter wiederholter Destillation, nunmehr Rectification genannt, unterworfen werden; man erhielt hierdurch nicht nur eine immer alkoholreichere Flüssigkeit, sondern zugleich auch eine solche, welche immer weniger an fremden Körpern enthielt, indem letztere zum größten Theile mit dem Wasser im Destillirgefäße zurückblieben.

Das Rectificiren mußte, um 80 percentigen Alkohol zu erhalten, bis zu drei Malen vorgenommen werden, und enthielt selbst dann noch der Weingeist gewisse, wenn auch sehr kleine Mengen von Fuselöl, die aber hinreichend sind, um in vielen Fällen aus dem specifischen Geruche derselben einen Schluß auf das Rohmaterial ziehen zu lassen, aus welchem der betreffende Weingeist dargestellt wurde.

Gegenwärtig ist das Verfahren der Destillation von Spiritus unter Anwendung der einfachen Apparate als gänzlich veraltet zu bezeichnen, indem man jetzt ausschließend mit Apparaten arbeitet, welche sofort hochpercentigen Alkohol liefern, und die Einrichtung besitzen, daß die Rectification an den bei der Destillation sich ergebenden Dämpfen und nicht erst an dem verdünnten Spiritus vorgenommen wird. Die zusammengesetzten Apparate, deren man sich gegenwärtig bedient, bestehen neben der Destillirblase noch aus einer Vorrichtung, welche man je nach ihrer Function als Rectificator oder als Condensator (Dephlegmator) bezeichnet. So verschieden auch die zahlreichen Constructionen der Destillirapparate sein mögen, in allen Fällen kommt an denselben ein Rectificator oder Dephlegmator vor, bei manchen Apparaten sogar beide Theile in verschiedener Verbindung.

Das Princip der Rectifications-Vorrichtungen besteht darin, daß die alkoholarmen Dämpfe, welche aus der Blase emporsteigen, sich in einem Gefäße zur Flüssigkeit verdichten, alle nachfolgenden Dämpfe durch diese Flüssigkeit ihren Weg nehmen müssen, diese bald zum Sieden bringen und aus ihr alkoholreichere Dämpfe entweichen machen: der Weingeist wird rectificirt. Läßt man die aus dem ersten Rectificator aufsteigenden Dämpfe in einen zweiten und dritten treten, so findet der eben beschriebene Vorgang in jedem Rectificator statt und entweicht aus dem dritten Rectificator ein sehr hochpercentiger Alkoholdampf.

Die Einrichtung der dephlegmirend wirkenden Vorrichtungen gründet sich auf die Thatsache, daß sich aus einem Gemenge von Alkohol- und Wasserdampf, welches plötzlich um ein Gewisses abgekühlt wird, mehr Wasserdampf verdichtet als Alkoholdampf; der nicht verdichtete Dampf wird in Folge dessen reicher an Alkohol; in einem zweiten und dritten Dephlegmator wiederholt sich dasselbe Spiel und werden schließlich abermals sehr alkoholreiche Dämpfe aus dem Apparate gewonnen. Die Formen, welche man den Condensationsapparaten gegeben hat, sind sehr mannigfaltige und ist bei den neueren derartigen Apparaten meistens die Einrichtung getroffen, daß die Abkühlung der Dämpfe durch vergohrene

Maische bewerkstelligt werden kann, welch' letztere auf diese Weise schon stark vorgewärmt in die Destillirblase gebracht wird.

Es ist mit keinen wesentlichen Schwierigkeiten verbunden, die Destillirapparate so einzurichten, daß sie gleichzeitig als Rectificatoren und Dephlegmatoren wirken. Wenn man z. B. die Dämpfe durch ein bis nahe auf den Boden eines Gefäßes reichendes Rohr eintreten läßt, so werden sich Anfangs die Dämpfe zur Flüssigkeit verdichten, welche sich in dem Gefäße ansammelt und endlich die Mündung des Rohres verschließt. Die nachfolgenden Dämpfe, welche immerfort Wärme zuführen und durch die Flüssigkeit strömen müssen, erhitzen dieselbe endlich so weit, daß sie zum Sieden gelangt und alkoholreichere Dämpfe entläßt. Ein Apparat von dieser Einrichtung wirkt daher sowohl als Dephlegmator als auch rectificirend.

Durch Anwendung der nach einem dieser Principien gebauten Apparate erzielt man bei einmaliger Destillation unmittelbar Spiritus, welcher bis zu 95 Volum-pCt. Alkohol enthält, ohne daß es jedoch möglich wäre, in solchen Apparaten wasserfreien Alkohol darzustellen; letzterer kann nur durch Behandlung von höchst rectificirtem Spiritus mit kräftig wasserentziehenden Körpern, geschmolzenem Chlorcalcium, entwässertem Kupfervitriol, gebranntem Kalk ꝛc. erhalten werden.

Neben der Raschheit der Arbeit und der Erzielung von fuselfreiem Weingeist — Anforderungen, welchen jeder Destillirapparat Genüge leisten muß, wird der Werth eines derartigen Apparates auch durch den möglichst geringen Wärmeverbrauch bedingt; je weniger derselbe das theoretisch berechnete Maß übersteigt, desto geringer sind die Betriebskosten des Apparates. Der Bedarf an Wärme für die Destillation zerfällt in zwei Theile: ein gewisses Wärmequantum ist nothwendig, um den wasserhaltigen Alkohol zu *verflüchtigen*, und läßt sich das hierfür erforderliche Wärmequantum theoretisch ganz genau berechnen; eine andere Wärmemenge wird zur *Anwärmung* des Apparates und zum *Ersatz* des durch Abkühlung von außen stattfindenden Wärmeverlustes verbraucht. Beide Wärmemengen lassen sich aus der Menge und Temperatur des zur Ausführung der Destillation verbrauchten Dampfes berechnen. Wie aber aus der Praxis hervorgeht, weicht die in Wirklichkeit verbrauchte Wärmemenge in Folge verschiedener Verluste oft sehr bedeutend von der theoretisch berechneten ab und legen die Praktiker wenig Werth auf derlei Berechnungen, sondern mehr auf das Verhältniß, welches sich zwischen Kohlenverbrauch und gewonnenen Liter-Percent Alkohol herausstellt, ein Verhältniß, welches, wenn man die betreffenden Aufzeichnungen aus einer längeren Periode mit einander vergleicht, allerdings eine gewisse Constanz zeigt.

Anhang.

Die Schlämpe.

Nachdem aus der vergohrenen Maische durch den Destillationsproceß der Alkohol abgeschieden ist, hinterbleibt eine Flüssigkeit, die Schlämpe, welche für den Spiritusfabrikanten von höchster Wichtigkeit ist, *indem sie mit Ausnahme*

jener Kohlehydrate, welche durch den Maischproceß in gährungsfähiges Material und dieses durch die Gährung in Alkohol übergeführt wurde, die Gesammtmenge jener Stoffe enthält, welche in den ursprünglich angewendeten Materialien vorhanden waren. Es braucht nicht besonders hervorgehoben werden, daß die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Schlämpe im Zusammenhange mit jener der in die Brennerei eingeführten Rohmaterialien steht: Kartoffelschlämpe wird daher eine andere Zusammensetzung besitzen, als Getreideschlämpe, diese wieder eine andere als Rüben- oder Melasseschlämpe ꝛc.

Wenn wir zuvörderst ganz von der näheren Zusammensetzung der Schlämpe selbst absehen, finden wir in jeder Schlämpe doch gewisse Gruppen von Verbindungen gemeinsam und bestehen dieselben aus stickstofffreien und stickstoffhaltigen Verbindungen und Aschensalzen; je nach der Beschaffenheit der beiden erstgenannten läßt sich jede Schlämpe als mehr oder minder gutes Nährmittel für Vieh verwenden, mit Bezug auf die Aschensalze giebt sie aber ein vortreffliches Düngermittel für jene Felder ab, deren Erträgniß in der Spiritusfabrik verarbeitet wurde. Wenn wir den Werth der Schlämpe blos von letzterem Standpunkte ins Auge fassen und uns z. B. eine Spiritusfabrik vorstellen, welche das jährliche Erträgniß einer gewissen Grundfläche an Kartoffeln zu verarbeiten hat, so finden wir die Gesammtmenge aller dem Boden durch eine Ernte entnommene Menge von Aschensalzen in der Schlämpe wieder und nebst dieser noch die Mineralstoffe, welche in dem mit den Kartoffeln verarbeiteten Malze vorhanden waren. Würde man diese Schlämpe einzig und allein zur Düngung der Kartoffelfelder verwenden, so hätte man hierdurch schon sehr Bedeutendes erzielt: man würde dem Boden alles, was man ihm in einer Ernte an Aschensalzen und Stickstoffverbindungen entzogen hat, wiedergeben und denselben hierdurch zum fortwährenden Anbau von Kartoffeln geeignet erhalten. Von diesem Standpunkte aus betrachtet, bietet also der Betrieb einer Spiritusfabrik ein Mittel, die Verarmung eines Bodens an Nährsalzen hintanzuhalten.

Man kann aber dieser für die Landwirthschaft hochwichtigen Aufgabe noch auf einem anderen Wege gerecht werden, welcher die Bedeutung der Spiritusfabrikation für die Landwirthschaft in noch hellerem Lichte erscheinen läßt. Wie oben erwähnt wurde, enthält die Schlämpe neben den Salzen noch stickstoffhaltige und stickstofffreie Verbindungen, welche in Bezug auf ihre Zusammensetzung noch unten näher besprochen werden sollen, von denen aber ein großer Theil vom thierischen Organismus verdaut werden kann. Es ist daher möglich, die Schlämpe als Viehfutter zu verwenden, und so auf indirectem Wege aus dem Nebenproducte der Spiritusfabrikation Fleisch zu fabriciren, indeß die von den mit der Schlämpe gefütterten Thieren gelieferten Düngermassen einen großen Theil der Mineralstoffe enthalten, welche sich ursprünglich in der Schlämpe befanden. Wenn daher im Betriebe einer Oeconomie Kartoffelbau, Spiritusfabrikation und Viehhaltung stattfindet, so bildet gewissermaßen die Spiritusfabrik jenen Theil der ganzen Anlage, in welchem die Scheidung der Bodenproducte vorgenommen wird:

die Kohlehydrate werden zum größten Theile in Alkohol umgewandelt und ist der Werth desselben ein ungleich größerer, als wenn die Kohlehydrate, aus denen er entstand, einfach zu Fütterungszwecken verwendet worden wären; die Menge der Stickstoffverbindungen und der Aschensalze bleibt ungeändert und dient zur Fleischproduction; in den Ausscheidungen der Thiere erhält der Boden wieder zum großen Theile jene Stoffe zurück, welche ihm durch die Kartoffelernte entzogen wurden.

Wir haben hier in allgemeinen Umrissen den Kreislauf der Stoffe angedeutet, wie er in einer Oeconomie mit Brennereibetrieb stattfindet; die hierdurch bedingte rationelle Verwerthung der in dem Ernteerträgniß enthaltenen Körper macht ihrerseits die Landwirthschaft in manchen Gegenden erst zu einem Gewerbe, dessen Erträgniß hoch genug ist, um die aufgewendete Arbeit zu lohnen. Der Verfolg dieses Gegenstandes greift zu sehr in das rein landwirthschaftliche und nationalöconomische Gebiet hinüber, als daß wir uns mit demselben hier weiter beschäftigen könnten; die gegebenen Andeutungen genügen, um deutlich zu zeigen, daß die gährungschemischen Gewerbe zu jenen gehören, welche mit der Landwirthschaft in so innigem Zusammenhange stehen, daß in vielen Fällen der Landwirth erst den entsprechenden Lohn seiner Arbeit findet, wenn er zugleich auch ein gährungschemisches Gewerbe ausübt.

Wenn wir die Schlämpe zunächst ihrer allgemeinen Zusammensetzung und ihrer Bedeutung als Fütterungsmateriale nach ins Auge fassen, so ergiebt sich, daß dieselbe stets eine sehr wasserreiche Flüssigkeit sein muß, denn sie enthält nebst dem schon ursprünglich in den verarbeiteten Pflanzenstoffen vorhandenen Wasser noch jenes, welches zur Darstellung der Maische verwendet wurde, nebst dem Wasserquantum, welches sich bei der Destillation mit directem Dampf an Stelle des verflüchtigten Alkoholes verdichtet hatte. Je größer diese Wassermengen sind, desto verdünnter wird die Schlämpe und desto geringer wird der Nährwerth eines gewissen Schlämpequantums sein. Nachdem es aber mit Bezug auf die richtige Ernährung der mit der Schlämpe zu fütternden Thiere von Wichtigkeit ist, denselben die in der Schlämpe enthaltenen Nährstoffe in concentrirter Form zu bieten, so wird man der Schlämpe, von dem Gesichtspunkte der Verwendung als Futtermittel aus, eine möglichst hohe Concentration zu geben haben. Letzteres läßt sich auf zweifachem Wege erreichen: durch Darstellung von Maischen mit der höchstmöglichen Concentration, die mit Bezug auf die Vergährbarkeit der Maischen zulässig ist und durch Anwendung von Destillirapparaten, welche so gebaut sind, daß die Condensation von Wasser während der Destillation auf das geringste Maß herabgebracht ist.

Was den ersten Punkt, die Verarbeitung möglichst concentrirter Maischen, anlangt, ist man gegenwärtig schon sehr weit vorgeschritten und ist den überhaupt in der Praxis noch zulässigen Concentrationsgrenzen sehr nahe gekommen: dieser Fortschritt ist zwar nicht aus dem Bestreben hervorgegangen, eine möglichst concentrirte Schlämpe zu erhalten, sondern hat seinen Ursprung in dem Bestreben, den zu versteuernden Gährraum möglichst auszunützen; der Vortheil durch Anwendung concentrirter Maischen auch gehaltvollere Schlämpen zu erhalten, ist somit

ein indirecter. Durch die Vervollkommnung der Destillirapparate ist man auch dem Ziele: nicht mehr Condensationswasser in die Schlämpe zu bringen, als unbedingt durch Verdichtung der zur Verdampfung des Alkoholes erforderlichen Wasserdämpfe hineingebracht werden muß, bedeutend näher gerückt und ist in dieser Richtung auch schon der wichtige Schritt gethan worden, den Destillirapparaten eine solche Einrichtung zu geben, daß der zur Erhitzung der Maische erforderliche Dampf gar nicht mehr in der Maische selbst condensirt wird, sondern die Erhitzung der letzteren auf indirectem Wege erfolgt.

Entsprechend der Concentration der Maischen und der Function der Destillirapparate schwankt der Wassergehalt von Kartoffelschlämpe zwischen 91,9 und 96,2 pCt. Wasser, so daß also selbst die concentrirteste Schlämpe noch ein sehr wasserreiches Nahrungsmittel ist, und erscheint es daher geradezu widersinnig, dasselbe noch mit Wasser verdünnen zu wollen. Wie sehr die bessere oder schlechtere Construction der Destillirapparate auf den Wassergehalt der Schlämpe Einfluß nimmt, erhellt daraus, daß 1000 Liter Maische zwischen 1200 und 1400 Liter Schlämpe ergeben. Nachdem somit bei den bestconstruirten Destillirapparaten immer noch eine Vermehrung des Flüssigkeitsquantums, die Menge der vergohrenen Maische gleich 100 gesetzt, um 20 pCt. stattfindet, so ergiebt sich daraus, wie sehr der Nährwerth der Schlämpe vergrößert werden kann, wenn man die Destillation mit directer Dampfeinströmung durch eine solche ersetzt, bei welcher der Dampf nicht in der Schlämpe condensirt wird; nimmt man den Alkoholgehalt der Maische mit 10 pCt. an, so würden 1000 Liter Maische nur 900 Liter Schlämpe ergeben, deren Gehalt an Trockensubstanz aber ebenso groß wäre, als jener der 1200 respective 1400 Liter.

Daß es sehr werthvoll wäre, die Bestandtheile der Schlämpe von dem großen Wasserballast zu trennen und sie in fester Form in den Handel zu bringen, ist naheliegend und werden in dieser Richtung auch schon vielversprechende Versuche angestellt. Bis nun ist es nur gelungen, die unlöslichen Bestandtheile der Schlämpe in feste Form zu bringen und als Futterkuchen in den Handel zu setzen; es bleibt aber noch die Aufgabe zu lösen übrig, auf einfache Weise alle in der Schlämpe enthaltenen Stoffe in fester Form zu erhalten; daß hierdurch die Verwerthung der Schlämpe in ganz neue Bahnen gelenkt und sich noch rationeller gestalten würde, als bisher, ist naheliegend.

Die qualitative Zusammensetzung der Schlämpe ist noch nicht so genau ermittelt, daß es möglich wäre, von einem vollständigen Bekanntsein derselben zu sprechen; wie es in der Natur der Sache liegt, kennt man zwar die mineralischen Bestandtheile derselben ganz genau und ist auch die Art der stickstofffreien Bestandtheile ziemlich genau ermittelt; was aber die Beschaffenheit der stickstoffhaltigen Bestandtheile anlangt, bedarf es noch eingehender Untersuchungen, um uns ein vollständiges Bild der Zusammensetzung der Schlämpe zu geben.

Die in der Schlämpe enthaltenen Mineralstoffe sind selbstverständlich dieselben, welche in den angewendeten Rohmaterialien enthalten waren; wir werden somit in einer Kartoffelschlämpe die Aschensalze der Kartoffeln und des mit diesen

verarbeiteten Malzes wiederfinden, eine Melasseschlämpe wird die in der Melasse vorhanden gewesenen Salze enthalten ꝛc.

In Bezug auf den Nährwerth der in den Schlämpen enthaltenen Mineralstoffe verhalten sich die Schlämpen verschiedener Abstammung in verschiedener Weise: Kartoffelschlämpe enthält eine sehr bedeutende Menge von Kali, welches hauptsächlich an Phosphorsäure und Schwefelsäure gebunden ist, ist aber sehr arm an Kalk; in Getreideschlämpe stellt sich das Verhältniß zwischen Kali, Phosphorsäure und Kalk weit günstiger, soweit dasselbe die Ernährung von Thieren anlangt. Am ungünstigsten für die Ernährung der Hausthiere stellt sich das Verhältniß der Aschenbestandtheile der Melasseschlämpen; dieselben sind sehr reich an kohlensauren Alkalien (respective nach der Neutralisation an Kaliumsulfat und Natriumsulfat), enthalten aber nur eine sehr geringe Menge von Phosphorsäure und Kalk, so daß in Bezug auf die Mineralstoffe der Melasseschlämpe als Fütterungsmaterial die letzte Stelle zukommt; als Düngermittel für Rübenfelder wird sie hingegen ausgezeichnete Dienste leisten.

Die stickstofffreien Körper der Schlämpe bestehen aus zwei wohl von einander zu trennenden Gruppen von Verbindungen; zu der ersten derselben haben wir alle jene zu rechnen, welche im gewöhnlichen Sinne des Wortes nicht gährungsfähig sind, somit das Pflanzengummi, die Pectinstoffe und das Fett; zur zweiten Gruppe haben wir das Stärkemehl und dessen Derivate zu rechnen; wir wissen, daß sich das Stärkemehl durch eine ganze Reihe von Verbindungen hindurch endlich in Maltose umwandeln soll; wir finden demnach in der Schlämpe neben geringen Mengen von Maltose noch Dextrine und außerdem noch Stärkemehl, welches in Folge der mangelhaften Aufschließung gänzlich der Umsetzung entgangen ist.

Es ist leicht einzusehen, daß mit der Einführung der neuen Methoden des Dämpfens der Rohmaterialien unter Anwendung von Hochdruck und die vermehrte Spiritusausbeute in Folge besserer Aufschließung des Stärkemehles der Werth der Schlämpe verringert werden mußte, indem die Schlämpe von Maischen, welche nach dem Hochdruckverfahren dargestellt worden, viel weniger unverändertes Stärkemehl enthält als jene, welche sich aus Maischen, die nach dem alten Verfahren dargestellt wurden, ergab. Nachdem nun der Mais bekanntlich eine Getreideart ist, welche sich durch einen besonderen Reichthum an Fett auszeichnet, so erscheint es sehr zweckmäßig, die Maischen nicht blos aus Kartoffeln und Malz, sondern unter Zusatz von Mais darzustellen: die sich nach diesem Verfahren ergebende Schlämpe ist wenigstens an Fett reicher als jene, welche aus Kartoffeln allein dargestellt wurde.

Zu den stickstofffreien Bestandtheilen der Schlämpe sind auch noch die organischen Säuren zu rechnen, welche während der Maischung und Gährung entstanden sind: Milch- und Essigsäure. Es ist zwar bekannt, daß erstere ein die Verdauung befördernder Körper ist; welche Wirkung die Milchsäure aber bei fortgesetztem Genuß, wie dies bei andauernder Schlämpefütterung der Fall ist, auf den Organismus äußert, bedarf noch genauerer Untersuchungen. Es giebt übrigens

ein einfaches Mittel, die allfällige nachtheilige Wirkung dieser Säure auf den Organismus aufzuheben und besteht dasselbe darin, die freie Säure zu neutralisiren. Wenn man sich zu dieser Neutralisirung des billigsten kohlensauren Kalkes (in Form von Schlämmkreide) bedient, so erreicht man zugleich einen werthvollen Nebenzweck, den, der Schlämpe einen als Nahrungsmittel sehr wichtigen Mineralkörper, Kalk an dem sie selbst sehr arm ist, zuzuführen.

Die stickstoffhaltigen Verbindungen der Schlämpe sind jene, welchen die größte Beachtung zuzuwenden ist, indem bekanntlich unter den verschiedenen zur vollständigen Ernährung der höheren Thiere nothwendigen Körpern gerade die Stickstoffverbindungen ziemlich schwierig zu beschaffen sind nnd der thierische Organismus stickstoffhaltige Körper wahrscheinlich nur in einer einzigen Form und zwar in jener von Eiweißkörpern zu verdauen im Stande ist.

Wir wissen, daß die Eiweißkörper zu jenen Verbindungen gehören, welche ungemein leicht veränderlich sind, wir wissen ferner, daß Eiweiß als solches nur ein schlechtes Nahrungsmittel für die Hefepflanze abgiebt, und es ist endlich bekannt, daß ein großer Theil des ganzen Heseorganismus aus Eiweißstoffen besteht; aus diesen Thatsachen ergeben sich aber schon wichtige Anhaltspunkte, um im Vorhinein Schlüsse über die Beschaffenheit der stickstoffhaltigen Körper zu ziehen, welche sich in der Schlämpe vorfinden müssen. Wir werden in der Schlämpe vorerst jene stickstoffhaltigen Körper vorfinden müssen, welche von der Hefe ausgeschieden werden, ferner noch jene Eiweißkörper, welche nicht von der Hefe zum Aufbau ihres Leibes verbraucht wurden; es wird daher in Maischen, welche zur Fabrikation von Preßhefe benutzt wurden, die Stickstoffmenge, welche in die Hefe überging, fehlen. Schlämpe von Maische, welche nicht zur Hefefabrikation verwendet wurde, enthält zwar allen ursprünglich vorhandenen Stickstoff und zwar theils in Form von Eiweiß (in der Hefe), theils in verschiedenen Verbindungen, welche durch den Lebensproceß der Hefe aus den in den ursprünglichen Materialien enthaltenen Albuminaten gebildet wurden.

Schlämpen von Getreidemaischen, welch' letztere die Gesammtmenge der im Getreide enthaltenen Eiweißkörper enthalten, sind noch immer verhältnißmäßig reich an Eiweißkörpern und als stickstoffhaltiges Nahrungsmittel allen anderen Schlämpen voranstehend. Die Kartoffel enthalten aber nur 50—60 pCt. des gesammten in ihnen vorkommenden Stickstoffes in Form von Eiweißkörpern, indes die andern 40—50 pCt. aus amidartigen Verbindungen, unter welchen hauptsächlich Asparagin in größeren Mengen vorkommt und wahrscheinlich aus Peptonen besteht. Nachdem es nun wahrscheinlich ist, daß die Hefe unter den ihr in der Maische zur Verfügung stehenden stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln, den Amiden und Peptonen den Vorzug vor den Eiweißkörpern giebt, respective dieselben verzehrt, so ist hieraus eine Vermehrung des Eiweißgehaltes der Schlämpe erklärbar. Es wird aber auch behauptet, daß durch die Gährung selbst eine gewisse Menge der amidartigen Verbindungen in Eiweiß übergeführt werde. Man nimmt an, daß dieser Vorgang im Innern der Hefezelle stattfindet, man kann sich denselben aber auch *außerhalb* der Zelle in der sie umgebenden Flüssigkeit

denken, wenn man nach Naegeli annimmt, daß sich die umsetzende Thätigkeit jeder Hefezelle auf eine gewisse Entfernung von ihrer Oberfläche erstrecke.

In welcher Weise nun auch die Vermehrung der Menge der Eiweißkörper in der Schlämpe zu erklären ist, die Thatsache steht fest, daß eine solche stattfindet und liegt gerade in dieser Vermehrung eines der wichtigsten Nährstoffe ein wesentlicher Factor des Nährwerthes der Schlämpe. Wenn wir dasjenige, was wir hier in kurzen Zügen über die Beschaffenheit der Schlämpe angeführt haben, zusammenfassen, so ergiebt sich, daß die Getreide- und Kartoffelschlämpe eine Flüssigkeit ist, welche neben Mineralbestandtheilen noch stickstofffreie und stickstoffhaltige Nahrungsstoffe enthält, und zwar in Form von Verbindungen, welche von dem thierischen Organismus leicht verdaut werden können. Die Schlämpe giebt demnach neben passend gewählten anderen Futterstoffen ein sehr werthvolles Material zur Ernährung der Hausthiere ab, und ist es ferner, wie hier nochmals gesagt sein möge, die Benutzung der Schlämpe in dieser Richtung, welche die Spiritusfabrikation zu einem einträglichen landwirthschaftlichen Gewerbe macht, indem das wichtigste Nebenprodukt der letzteren in rationellster Weise nutzbar gemacht wird.

VIII. Gährungs-technische Prüfungsmethoden.

Die Methoden zur Prüfung des Verlaufes der verschiedenen Processe, welche sich vollziehen müssen, bis aus dem Stärkemehl schließlich Alkohol wird, bilden einen sehr wichtigen Theil der Lehre von der Spiritusfabrikation überhaupt, indem sie gleichsam die höchste Instanz sind, welche darüber entscheidet, ob das in der Fabrik in Anwendung stehende Verfahren ein zweckmäßiges genannt werden kann oder nicht; nach dem gegenwärtigen Stande der Gährungstechnik ist gar kein regelrechter und mit der gerade in diesen Gewerben sehr strengen Gesetzgebung vereinbarer Betrieb ohne die beständige Controle des Verlaufes aller Processe durch besondere Versuche denkbar. Der Leiter einer Spiritusfabrik muß selbstverständlich mit der Ausführung dieser Untersuchungen auf das vollständigste vertraut sein, wenn er seiner Hauptaufgabe, die ganze Fabrikation in beständigem gleichförmigem Betriebe zu erhalten und die höchsten Ausbeuten zu erzielen, vollständig gerecht werden will.

Wir haben schon in den früher erschienenen Bänden unseres Werkes wiederholt auf die große Bedeutung und Unerläßlichkeit hingewiesen, welche die verschiedenen Methoden zur Untersuchung der Rohmaterialien und der aus denselben gewonnenen Producte für den Gährungstechniker im Allgemeinen haben; nur durch Verfolg seiner Arbeit mit Controlversuchen ist es ihm möglich, sich selbst ein Urtheil über die Richtigkeit der von ihm eingeschlagenen Fabrikationsmethode zu bilden, und hat uns glücklicher Weise das Fortschreiten der chemisch-analytischen Wissenschaft mit einer Reihe von Apparaten und Methoden bekannt gemacht, mit Hülfe welcher die von dem Gährungstechniker auszuführenden Arbeiten binnen kurzer Zeit und mit genügender Genauigkeit vorgenommen werden können.

Nachdem bekanntlich der Spiritus in allen Staaten ein wichtiges Steuerobject bildet, war es gerade in der Spiritusfabrikation von höchster Wichtigkeit, Mittel kennen zu lernen, durch welche der Gehalt einer gegebenen Flüssigkeit an Alkohol auf kurzem Wege sehr genau ermittelt werden kann und ist die Lö-

sung dieser Aufgabe gegenwärtig als vollzogen anzusehen. Es sei hier bemerkt, daß zur Erreichung dieses Zieles eine ganz riesige Arbeitsleistung erforderlich war und daß zahllose Versuche unter Zuhülfenahme der genauesten Instrumente angestellt werden mußten, ehe man zur Aufstellung jener Tabellen gelangte, mit Hülfe welcher wir gegenwärtig im Stande sind, blos durch Anwendung einiger einfacher Geräthe den Alkoholgehalt einer Flüssigkeit sehr genau zu bestimmen.

Um den Verlauf seiner Arbeit von dem Momente, in welchem die Zuckerbildung beginnt, bis zu jenem, in welchem der hochpercentige Weingeist aus dem Destillirapparate abfließt, stetig controliren zu können, muß der Spiritusfabrikant hauptsächlich Bestimmungen vornehmen, welche sich einerseits auf den Zuckergehalt der Maischen, auf das Fortschreiten der Alkoholgährung und endlich auf den Percentgehalt an Alkohol in dem durch Destillation gewonnenen Producte beziehen. Mit diesen Prüfungen ist aber die Zahl der auszuführenden Arbeiten noch nicht erschöpft; die wichtigsten aller Untersuchungen sind vielmehr jene, welche sich auf den Zustand jener Masse beziehen, von welcher in erster Reihe der richtige Verlauf des ganzen Betriebes abhängt: die Untersuchungen der Hefe.

Während die ersten wissenschaftlichen Arbeiten, durch welche man dahin gelangte, die in einer Flüssigkeit enthaltene Alkoholmenge genau zu ermitteln, die Alkoholometrie, schon beinahe vor einem Jahrhundert durch Gilpin ausgeführt wurden und die von diesem gefundenen Zahlen seitdem wiederholt durch neue Versuche corrigirt wurden, haben uns erst die von Balling etwa vor 40 Jahren vorgenommenen Arbeiten zur Bestimmung des in einer Flüssigkeit enthaltenen gährungsfähigen Zuckers mit jenen Methoden bekannt gemacht, welche wir mit dem Namen der Saccharometrie bezeichnen. Wenn nun auch diese letztgenannten Methoden einen weit geringeren Anspruch auf Genauigkeit der durch sie gewonnenen Zahlen erheben können, als die Alkoholometrie, sind sie doch so genau, daß sie bis zur Auffindung besserer Verfahren für die Bedürfnisse der Praxis ausreichen.

Erst seitdem man die Wichtigkeit erkannt, welche der Hefe zukommt, war man bemüht, Methoden aufzufinden, mit deren Hülfe man im Stande ist, auch diesen Körper zu untersuchen. Es ist nicht blos die Neuheit der betreffenden Untersuchungsmethoden daran Schuld, daß dieselben noch in vielen Stücken sehr unzuverlässig sind, sondern auch der Umstand, daß bei diesen Untersuchungen nicht das chemische Moment allein, sondern auch das physiologische in Betracht gezogen werden muß. Man hat es in Bezug auf jenen Körper, welcher für den Spiritusfabrikanten als „Hefe" gilt, immer mit zwei Organismen (Alkohol- und Milchsäureferment) zu thun, deren numerisches Verhältniß schon sehr wichtig ist, und hat außerdem noch bei der Hefeprüfung auf die Gegenwart anderer Fermente und chemischer Verhältnisse Rücksicht zu nehmen.

Wie sich aus der Darstellung der hierbei in Anwendung kommenden Methoden ergeben wird, sind dieselben, namentlich was die physiologische Seite anlangt, noch nicht viel über die ersten Anfänge hinaus; es ist aber gar nicht zu zweifeln, daß in der Zukunft gerade dieser Theil der gährungstechnischen Unter-

suchungsmethoden so weit vervollkommnet werden wird, um dem Leiter der ganzen Arbeit die wichtigsten Aufschlüsse über den Verlauf der Processe im Gährbottich an die Hand zu geben. Den Zwecken nach, welche man bei der Ausführung der Proben im Auge hat, lassen sich letztere in drei Hauptgruppen scheiden:

1. in jene, welche uns Aufschluß über den Zustand der Maische *vor* und *nach* der Gährung ergeben;
2. in solche, welche die Ermittelung der in den vergohrenen Maischen oder in dem durch Destillation gewonnenen Weingeist enthaltenen Alkoholmenge zum Gegenstande haben;
3. in jene, welche sich auf die Beschaffenheit der Hefe beziehen.

Strenge genommen, wären die Methoden, welche man zur Bestimmung des Stärkemehlgehaltes der auf Spiritus zu verarbeitenden Rohmaterialien anwendet, auch hier zu beschreiben; wir haben es aber für zweckmäßiger gehalten, dieselben schon an früherer Stelle zu geben, so daß wir hier nur jene Untersuchungsmethoden zu besprechen haben, welche sich auf die eben angeführten Punkte beziehen.

Die Untersuchung des Malzes.

Wenn man zur Darstellung von Spiritus stärkemehlhaltige Materialien anwendet, so ist bekanntlich das Malz, respective die in letzterem enthaltene Diastase, jener Körper, welcher die Umsetzung der Stärke in Maltose bewirkt; je mehr Diastase ein Malz unter sonst gleichen Umständen enthält, desto werthvoller ist es für den Spiritusfabrikanten, uud wäre es daher höchst wünschenswerth, eine Methode zu kennen, mit deren Hülfe sich die im Malze enthaltene Diastasemenge schnell ermitteln ließe. Leider kennen wir bis nun überhaupt kein Verfahren, nach welchem sich Diastase in reinem Zustande darstellen läßt, viel weniger sind wir aber noch im Stande, dieselbe quantitativ zu bestimmen.

Wir müssen uns daher damit begnügen, die Gesammtmenge der in Alkohol löslichen Bestandtheile des Malzes, von welchen die Diastase einen Hauptbestandtheil ausmacht, zu ermitteln, oder was für die Praxis mehr Werth hat, einen Schluß auf die Diastasemenge aus der Wirkung des Malzes zu ziehen. Je mehr Diastase Malz enthält, desto mehr Stärkemehl wird es in einer gewissen Zeit durch die verschiedenen Umsetzungsproducte hindurch in Maltose und Achrodextrin überzuführen im Stande sein.

Nachdem das Malz selbst eine gewisse Menge von Körpern enthält, welche in gährungsfähige Producte überzugehen vermögen, so wird auch der Extractgehalt des Malzes den Gegenstand einer besonderen Prüfung abzugeben haben, so daß zu einer vollständigen Untersuchung des Malzes auch diese Bestimmung erforderlich ist, indem die Menge des vom Malze gelieferten Stärkemehles selbstverständlich auch Einfluß auf die Gesammtausbeute nimmt, welche man aus einem gewissen Maischquantum erzielt.

Da es bei der Beurtheilung der Güte des Malzes Seitens des Spiritus-

fabrikanten ganz besonders darauf ankommt, zu ermitteln, wie viel Stärkemehl in einer gegebenen Zeit unter sonst gleichen Umständen in Maltose und Dextrin übergeführt wird, so wird die wichtigste unter den auszuführenden Proben eine Probemaischung sein. Man hat bei diesen Bestimmungen darauf zu achten, daß sie immer unter Anwendung des gleichen Malzquantums und derselben Temperatur und Zeitdauer ausgeführt werden, und ist dann in einer Versuchsreihe jenes Malz als das beste anzuerkennen, welches die Entstehung der größten Menge von Maltose und Dextrin bewirkt.

Da es, um bei diesen Versuchen möglichst genaue Resultate zu erzielen, hauptsächlich darauf ankommt, immer unter gleichen Verhältnissen zu arbeiten, so wird man immer mehrere Gefäße mit den verschiedenen Maischproben in ein gemeinschaftliches Wasserbad einzusetzen haben, die Temperatur des letzteren genau auf der bestimmten Höhe erhalten ꝛc.*) Bis nun liegen keine ausführlichen wissenschaftlichen Arbeiten über diesen Gegenstand vor, obwohl solche Arbeiten gewiß hohen Werth besäßen, und zwar schon aus dem Grunde, weil durch ihre Ergebnisse ein Rückschluß auf die Vorzüge oder Mängel des bei der Bereitung des betreffenden Malzes eingehaltenen Verfahrens möglich wäre.

Die Untersuchung der Maische.

Der Spiritusfabrikant hat seine Maischen in mehrfacher Beziehung zu prüfen, und zwar vorerst im unvergohrenen Zustande auf ihren Gehalt an unverändert gebliebenem Stärkemehl und an gelösten Stoffen und unter diesen an Maltose insbesondere, im vergohrenen Zustande aber auf die Menge des Alkoholes, der während der Gährung entstandenen Säure und endlich jener Mengen von Maltose und Dextrin, welche der Umsetzung entgangen sind.

So sehr man sich auch schon bemüht hat, die Methoden, nach welchen diese Untersuchungen vorgenommen werden sollen, zu vereinfachen, erfordern dieselben dennoch ziemlich viel Kenntniß und nebst den Araeometern zur Ermittelung von Zucker und Alkohol noch mehrere Apparate. Es ist für denjenigen, welcher genügende Einsicht in das Wesen der gährungstechnischen Gewerbe besitzt, nicht der geringste Zweifel über die Bedeutung dieser Untersuchungen für die Praxis vorhanden. Sie bilden ebenso gut den Maßstab zur Beurtheilung des Ganges der Fabrik, wie sie uns allein darüber Aufschluß zu geben im Stande sind, den Werth oder Unwerth irgend einer Abänderung oder Neuerung des Betriebes zu bestimmen. Es ist daher wahrhaft überraschend, selbst größere Brennereien zu finden, in welchen diese Untersuchungen gering geschätzt werden und meist aus dem Grunde, weil der Brennereileiter als bloßer Praktiker nicht genügende Kenntnisse besitzt, um wissenschaftliche Arbeiten auszuführen. Wie wir soeben sagten, bietet uns aber die Ausführung dieser Proben den alleinigen Maßstab zur Beurtheilung des Betriebes: eben so wenig als es Jemandem beifallen würde,

*) Vergleiche Seite 64.

einen Menschen zum Buchhalter zu machen, welcher nicht rechnen gelernt hat, eben so wenig kann ein Mann, welchem nicht eine gewisse Kenntniß in der Ausführung chemischer Untersuchungen eigen ist, zum Leiter einer Brennerei gemacht werden; so werthvoll auch die Erfahrung veranschlagt werden muß, ist die Zeit der blos empyrisch gebildeten Praktiker gegenwärtig in jenen Fabrikationszweigen, welche auf der richtigen Anwendung von Naturgesetzen beruhen, doch schon vorbei. Der Leiter einer Brennerei muß unbedingt mit der Ausführung jener Arbeiten vertraut sein, welche zur Controlle des Maisch-Gährungsprocesses zu dienen haben.

Ermittelung der Menge der ungelöst gebliebenen Stärke.

Die Bestimmung der ungelöst gebliebenen Körper in einer Maische ist von Wichtigkeit, indem sie uns lehrt, ob die Arbeit der Aufschließung des Stärkemehles und die Maischung in genügender Weise ausgeführt wurden. Findet man nämlich ein über ein gewisses Maß hinausgehendes Quantum unaufgeschlossener Stärke, so ist dies ein sicherer Beweis für irgend einen Fehler in den bisher ausgeführten Arbeiten und zugleich eine Mahnung, durch passende Aenderung des Betriebes dem Fehler abzuhelfen.

Fig. 45.

Um die Arbeit entsprechend schnell auszuführen, wiegt man am zweckmäßigsten genau 1 kg der zu untersuchenden Maische, wie sie aus dem Kühlapparate entnommen wird, ab, bringt sie auf ein Filter, welches das ganze Quantum zu fassen mag und stellt über dem Trichter eine mit Wasser gefüllte Flasche von 10 bis 15 Liter Rauminhalt von der in Fig. 45 angegebenen Einrichtung auf. Der Hals dieser Flasche ist durch einen Kork geschlossen, in welchem zwei Glasröhren eingesetzt sind. Befindet sich die Flasche in der durch die Abbildung versinnlichten Stellung, so fließt durch das kurze Rohr so lange Wasser ab, bis die Mündung des langen Rohres durch den Wasserspiegel abgesperrt wird. Die auf dem Filter zurückbleibenden Körper werden so allmählig durch das Wasser von den in ihnen enthaltenen löslichen Stoffen befreit, ohne daß es nothwendig wäre, andere Arbeiten vorzunehmen, als die entleerte Flasche wieder zu füllen. Wenn das Auswaschen so weit fortgesetzt ist, das ein Tropfen der durch das Filter gegangenen Flüssigkeit, nachdem er auf Porzellan verdampft und dieses erhitzt wurde, keinen sich schwärzenden Rückstand hinterläßt, kann das Auswaschen als beendet angesehen werden. Wenn das Gewicht des bei 100 Graden getrockneten Filters vor dem Versuche bestimmt und das Filter sammt dem ausgewaschenen Rückstande getrocknet

und gewogen wurde, so erfährt man mit einer für die Praxis ausreichenden Genauigkeit die Menge der nicht in Form von Maltose und Dextrin vorhandenen Körper.

Um in dem getrockneten Rückstande die Menge des in ihm enthaltenen Stärkemehles zu ermitteln, schließt man einige Gramm der gepulverten Masse mit Wasser in eine Druckflasche ein, erhitzt diese auf etwa 140° C., um das Stärkemehl in Lösung zu bringen, und behandelt letztere zum Zwecke der Inversion mit Salzsäure, wenn es sich darum handelt, das Stärkemehl in Form von Maltose mittels der Fehling'schen Lösung zu bestimmen. Es dürfte vielleicht angezeigt sein, die sich nach der Inversion ergebende Flüssigkeit auf ein bei 100° C. getrocknetes Filter zu gießen und das Gewicht des nicht aus Stärke bestehenden Rückstandes durch directe Wägung, die Menge des Stärkemehles aber aus der Gewichtsdifferenz zwischen der ursprünglich angewandten Masse und dem Rückstande zu bestimmen.

Ermittelung der Mengen jener Körper, welche beim Maischen in Lösung gehen.

Wenn wir die von dem ungelöst gebliebenen Antheile der Maische abfiltrirte Flüssigkeit der Untersuchung unterwerfen wollen, so kann dies in zweifacher Weise geschehen: entweder auf chemischem Wege durch eine mehr oder minder bis in die Einzelnheiten ausgeführte chemische Analyse oder auf physikalischem Wege durch eine Bestimmung des specifischen Gewichtes einer Flüssigkeit mittelst eines eigens für die Zwecke der Spiritusfabrikation construirten Araeometers.

A. Auf chemischem Wege.

Die Flüssigkeit, welche sich nach dem Maischen ergiebt, enthält neben Maltose und Dextrin noch eine Reihe verschiedener Verbindungen, namentlich Eiweißstoffe und Salze. In der Regel hat der Spiritusfabrikant nur ein Interesse an der Ermittelung jener Substanzen, welche ihm entweder directe (Maltose) oder indirecte (Dextrin) Alkohol zu liefern vermögen und begnügt sich daher immer damit, diese Körper zu bestimmen. Für gewöhnliche Untersuchungen, wie sie zur Controle des Betriebes ausgeführt werden, kann auch hier der Weg der Prüfung mittelst des Araeometers eingeschlagen werden; wenn es sich aber darum handelt, das Verhältniß zwischen Maltose und Dextrin, zwischen direct gährungsfähiger und indirect gährungsfähiger Substanz festzustellen, so ist dies nur auf chemisch-analytischem Wege möglich und verfährt man hierbei in nachstehender Weise.

Ein Liter filtrirter Maischflüssigkeit wird in einem hohen cylindrischen Gefäße mit 100 CC. Bleiessig (basischem Bleiacetat) versetzt, tüchtig geschüttelt und so lange ruhig hingestellt, bis sich der voluminöse Niederschlag zu Boden gesenkt hat, worauf man einige Tropfen verdünnter Schwefelsäure zufügt. Durch die in Folge dessen stattfindende Abscheidung von Bleisulfat werden die noch in der Flüssigkeit schwebenden festen Körper zu Boden gerissen und läßt sich die Flüssigkeit

dann ziemlich leicht filtriren. In dieser Flüssigkeit kann die Menge der Maltose mitelst der sogenannten Fehling'schen Lösung durch directe Wägung oder durch das Titrirverfahren bestimmt werden.

Die Fehling'sche Lösung ist eine Flüssigkeit, welche Kupferoxyd in solcher Form enthält, daß es durch Zucker leicht zu Kupferoxydul reducirt werden kann und wird auf die Weise dargestellt, daß man sich eine Lösung von 35 gr Kupfervitriol in 1 Liter Wasser bereitet und auch eine Flüssigkeit darstellt, welche in 1 Liter 125 gr Kalihydrat und 175 gr Seignettesalz enthält. Von beiden Flüssigkeiten sind die zur Bestimmung erforderlichen Mengen erst unmittelbar vor dem Gebrauche zu mischen. Beim Erwärmen der Fehling'schen Lösung mit einer Zucker (Traubenzucker, Maltose) enthaltenden Flüssigkeit wird Kupferoxydul abgeschieden und kann man aus dem Gewichte des Kupfers, welches man durch Reduction des Kupferoxydules erhält, einen Schluß auf die Menge der in der untersuchten Flüssigkeit vorhanden gewesenen Maltose ziehen.

Die Menge des durch den Zucker reducirten Kupferoxydes hängt von der Concentration der Flüssigkeit ab, und zwar findet man bei der Untersuchung von Flüssigkeiten, welche nur kleine Mengen von Zucker enthalten, daß eine größere Menge von Kupferoxyd reducirt wird als in concentrirteren, so daß die Angabe: 220,5 Gewichtstheile Kupferoxyd werden durch 100 Gewichtstheile Zucker reducirt, nur für eine bestimmte Concentration Gültigkeit hat. Durch die diesbezüglichen werthvollen Untersuchungen von Maercker, Behrend und Morgen sind die Mengen von Kupfer, welche durch eine gewisse Menge von Traubenzucker zu Kupferoxydul reducirt werden, genau festgestellt worden, und lassen sich hierdurch die Bestimmungen von Zucker mittelst der Fehling'schen Lösung sehr genau ausführen.

Da es wegen der leichten Oxydirbarkeit des Kupferoxydules nicht angeht, dasselbe als solches zu wägen, muß man es durch Reduciren im Wasserstoffstrome in metallisches Kupfer verwandeln und bestimmt das Gewicht des letzteren. Nach Maercker, Behrend und Morgen entsprechen:

Milligramme reducirtes Kupfer	Milligramme Dextrose
196	111,1
194,7	110
188,5	105
182	100
175,1	95
167,9	90
160,4	85
152,5	80
144,4	75
135,8	70
127,0	65
117,8	60
108,2	55
98,3	50

Die Ausführung der Zuckerbestimmung erfolgt nun in der Weise, daß man je 25 CC. der beiden Lösungen, welche gemischt die Fehling'sche Lösung bilden, abmißt, in ein Becherglas bringt und 50 CC. der zu prüfenden Flüssigkeit zusetzt. Man erhitzt die Flüssigkeit durch 20 Minuten zum Sieden, filtrirt sie durch ein Filter von bekanntem Aschengehalt, wäscht das auf dem Filter hinterbleibende Kupferoxydul mit kochendem Wasser aus, trocknet, verbrennt das Filter im Porzellantiegel, bringt den Inhalt desselben in einen Platintiegel, reducirt durch Einleiten von Wasserstoff zu metallischem Kupfer und wägt dieses.

Das Reduciren im Wasserstoffstrome kann dadurch ersetzt werden, daß man die Wägung nicht mit metallischem Kupfer, sondern mit Kupferoxyd ausführt, wodurch die Arbeit vereinfacht wird. Man verbrennt das Filter in dem Porzellantiegel, läßt diesen erkalten, befeuchtet dann den Inhalt mit Salpetersäure und erhitzt den Tiegel abermals zum Glühen. Das Kupfer findet sich dann in Form von Kupferoxyd vor, welches abgewogen wird. Nach Abzug des Gewichtes der Filterasche läßt sich aus dem Gewichte des Kupferoxydes die Menge von Kupfer berechnen, welche in demselben enthalten ist und aus der oben angeführten Tabelle die Menge von Maltose finden, welche ihr entspricht. Die Reductionsfähigkeit der Maltose für Kupferoxyd ist aber um ein Drittel kleiner als jene der Dextrose; durch 66⅔ Gewichtstheile Dextrose wird eben so viel Kupferoxyd reducirt, als durch 100 Gewichtstheile Maltose. Um daher unter Anwendung der oben angeführten Tabelle zu richtigen Resultaten zu gelangen, muß man die aus der Bestimmung gefundenen Werthe um ein Drittel größer nehmen.

Wenn es sich darum handelt, die in der Maischflüssigkeit enthaltene Dextrinmenge zu ermitteln, mißt man von der mit Bleiessig, wie angegeben worden, geklärten und filtrirten Flüssigkeit je 100 CC. ab, versetzt dieselbe mit 10 CC. Salzsäure und erwärmt sie durch mehrere Stunden im Wasserbade, um die Inversion des Dextrines herbeizuführen. Die Flüssigkeit wird sodann in derselben Weise, wie eben beschrieben, auf ihren Gehalt an Maltose untersucht.

Der durch diese beiden Versuche ermittelte Gehalt an Maltose und Dextrin bildet zusammen den Gehalt an vergährbarer Substanz und ist es bei der Ausführung dieser Arbeit immer zu empfehlen, durch einen Controlversuch die Richtigkeit der beim ersten Versuch gefundenen Daten zu prüfen. Aus der eben gegebenen Darstellung läßt sich entnehmen, daß die Untersuchung der Maischflüssigkeit auf chemischem Wege nur dann ausführbar ist, wenn dem Brennereileiter die entsprechenden Apparate, namentlich eine feine Wage und auch die zur Ausführung solcher Arbeiten nothwendige Zeit zur Verfügung stehen; wenn dies nicht der Fall ist, muß er sich eben mit jener Bestimmung begnügen, welche mit Hülfe des Araeometers ausgeführt werden kann und welche auf den Zuckergehalt der Flüssigkeit Bezug nimmt.

B. Auf physikalischem Wege mittels des Saccharometers.

Ein Araeometer, welches so eingerichtet ist, daß es Zuckerpercente anzeigt, wird im Allgemeinen als Saccharometer bezeichnet und gründet sich die Ein-

richtung dieser Instrumente auf die bekannte Thatsache, daß ein Körper in einer Flüssigkeit um so tiefer einsinkt, je weniger dicht dieselbe ist, und umgekehrt; die Dichte der Flüssigkeit hängt neben deren Gehalte an aufgelösten Körpern auch von der Temperatur ab: sie wird größer, wenn die Temperatur abnimmt. Jene Instrumente, welche man als Saccharometer bezeichnet, zeigen in Wirklichkeit das specifische Gewicht an, welches einem gewissen Percentgehalte der Flüssigkeit an Zucker entspricht. Es läßt sich daher an Stelle des Saccharometers zur Ermittelung des Zuckergehaltes der Maischflüssigkeit auch ein gewöhnliches Araeometer verwenden, welches das specifische Gewicht anzeigt; die Relation zwischen diesem und dem Zuckergehalte in Percenten ergiebt sich dann aus der Tabelle No. VI. Wenn die Prüfung einer Flüssigkeit, welche blos aus Wasser und einer Zuckerart besteht, mit einem Saccharometer bei jener Temperatur vorgenommen wird, für welche das Instrument construirt wurde (Normaltemperatur), so werden die Angaben des Saccharometer vollständig genau sein, und wäre es mit keiner Schwierigkeit verbunden, ein Maltosometer zu construiren.

Die Maischflüssigkeiten enthalten aber neben der Maltose noch stets gewisse Mengen von Dextrin, Eiweißstoffen, Salzen u. s. w. in Lösung und nehmen diese Körper begreiflicher Weise auf die Dichte der Flüssigkeit Einfluß, sie vergrößern sie und würden die Angaben des Instrumentes in Folge dessen zu hoch ausfallen. Durch directe Analysen der betreffenden Flüssigkeiten gelang es, den Einfluß, welchen die Gegenwart dieser Körper neben Zucker auf die Dichte der Flüssigkeit ausübt, zu ermitteln und die Scala des Saccharometers so zu corrigiren, daß es mit einer für die Praxis genügenden Genauigkeit den Zuckergehalt anzeigt. Es ist begreiflich, daß die Angaben des Saccharometers nicht absolut genau sein können, indem die Menge von Dextrin, Salzen u. s. w., welche neben Maltose in den Maischen vorhanden sind, nicht immer die nämlichen sind; vorausgesetzt, daß man die Untersuchung mit der nöthigen Aufmerksamkeit vornimmt, d. h. die Normaltemperatur einhält und richtig abliest, betragen die Fehler zwischen der Saccharometerangabe und der durch directe Wägung ermittelten Menge des Gehaltes an Trockensubstanz aber selten mehr als ein halbes Percent. Der Gehalt an wirklich vergährbarer Substanz ist jedoch wegen der Gegenwart fremder Körper offenbar geringer, als ihn das Saccharometer anzeigt und zeigen sich in dem Gehalte an vergährbarer Substanz je nach der Beschaffenheit des angewendeten Rohmateriales sehr bedeutende Schwankungen; bei Kartoffelmaische wird die Abweichung von der Saccharometerangabe um so geringer sein, je höher der Stärkemehlgehalt der Kartoffeln war, indem in sehr stärkemehlreichen und stärkemehlarmen Kartoffeln die Mengen der anderen Körper nur ganz geringe Schwankungen zeigen. Nach Behrend und Maercker beträgt der Gehalt an wirklich vergährbarer Substanz für 100 Theile der Saccharometerangabe zwischen 92 und 80 pCt., das sind aber so bedeutende Abweichungen, daß durch diesen Umstand die Angaben des Saccharometers, für Kartoffelmaischen wenigstens, ziemlich unsichere werden. Für Getreidemaischen bewegen sie sich innerhalb engerer Grenzen, indem

bei Getreide bekanntlich der Stärkegehalt nicht so stark schwankt, als dies bei Kartoffeln der Fall ist.

Die Prüfung einer Flüssigkeit mittelst eines Araeometers kann nur dann ein genaues Resultat ergeben, wenn die Flüssigkeit frei von gröberen in ihr schwebenden Körpern ist; bei der Untersuchung der Maischflüssigkeiten begnügt man sich mit einer annähernd klaren Flüssigkeit, welche man erhält, indem man die Maische durch einen dichtgewebten aus Leinwand angefertigten Spitzbeutel filtrirt; die Flüssigkeit muß, wie schon erwähnt, auf die Temperatur von 17,5° C. (14° R.) gebracht werden, oder man muß für die Abweichungen von derselben eine Correctur der Saccharometeranzeige vornehmen, welche für je 2,5° C. (2° R.) annähernd mit 0,1 Percent Saccharometeranzeige angenommen werden kann.

Bei der Vornahme der Prüfung der Maischflüssigkeit mittelst des Saccharometers und überhaupt bei der Prüfung einer Flüssigkeit mit einem Araeometer, ist es, um genügend scharfe Resultate zu erhalten nothwendig, gewisse Vorsichtsmaßregeln zu beachten, die wir in kurzem nachstehend anführen.

Was zuerst das Saccharometer (Fig. 46) selbst anlangt, werden diese Instrumente gegenwärtig seitens verschiedener Fabrikanten in ziemlich übereinstimmender Form hergestellt; dieses, sowie alle Araeometer zeigen um so genauer, je größer das Volumen des eingetauchten Theiles im Vergleiche mit dem frei hervorragenden ist, somit je größer der Schwimmkörper und je dünner die Spindel ist. Man soll nur solche Saccharometer in der Brennerei in Verwendung nehmen, welche amtlich geprüft und richtig befunden wurden; wenn sich zu den Unsicherheiten, welche den Angaben des Saccharometers immer anhaften, noch jene Fehler gesellen, die aus einer unrichtigen Construction des Instrumentes hervorgehen, so ist selbstverständlich hierdurch die Genauigkeit der mit demselben gewonnenen Resultate eine noch geringere.

Fig. 46.

Das Saccharometer selbst muß vollkommen gereinigt sein und darf dasselbe absolut nie an jenem Theile der Spindel berührt werden, welcher noch in die Flüssigkeit eintaucht; jede mit dem Finger berührte Stelle der Spindel ist mit einer, wenn auch noch so dünnen Fettschichte überzogen und bedingt diese, daß die Flüssigkeit an dieser Stelle Adhäsion von anderer Stärke zeige, als an blanken Stellen des Glases.

Das Einsenken des Saccharometers, welches in der aus Fig. 47 ersichtlichen Weise zwischen Daumen und Zeigefinger gehalten wird, muß so geschehen, daß das Instrument nicht eher freigelassen wird, bevor es bis zu jenem Punkt eingetaucht ist, bei welchen es schwebend bleibt. Läßt man das Instrument zu

früh los, so taucht es tiefer, als es soll, steigt zwar sogleich wieder empor, ist aber an der Spindel von Flüssigkeit benetzt, welche sein Gewicht vergrößert; das Saccharometer taucht dann zu tief ein und würde die Ablesung falsch ausfallen. Tauchte das Instrument zu tief ein, so muß es gereinigt und abgetrocknet werden und muß die Bestimmung wiederholt werden.

Fig. 47.

Einsenken des Saccharometers.

Der Cylinder, in welchem die zu untersuchende Flüssigkeit enthalten ist, soll einen so großen Durchmesser besitzen, daß das Saccharometer frei schweben bleibt, ohne sich an die Wandung zu legen; zweckmäßig ist es, den Cylinder auf ein Brett zu befestigen, welches mit drei aus Schrauben bestehenden Füßchen versehen ist, und diese so zu stellen, daß die Axe des Cylinders eine genau verticale Richtung erhält.

Die Ablesung der Saccharometeranzeige soll immer so geschehen, daß das Auge über den Spiegel der Flüssigkeit wegblickt, somit in der Richtung 0 (vergl. Fig. 48); liest man in der Richtung 0,1 ab, das ist an jenem Punkte, bis zu welchem sich die Flüssigkeit durch Adhäsion an der Spindel hinaufzieht, so liest man eine zu hohe Zahl ab; wollte man unter dem dunklen Ring, welchen die Flüssigkeit an der Cylinderwandung bildet, ablesen, d. i. in der Richtung 0,2, so würde die Ablesung eine zu niedrige Zahl ergeben. Am leichtesten kann man beide Uebelstände vermeiden, wenn man den Cylinder bis zum Rande mit der Flüssigkeit füllt und über den Spiegel derselben hinweg abliest.

Die Temperatur der Flüssigkeit soll im Augenblicke der Untersuchung die Normaltemperatur von 14° R. (= 17,5° C.) sein und ist letztere gewöhnlich auch auf der Scala des Saccharometers verzeichnet.

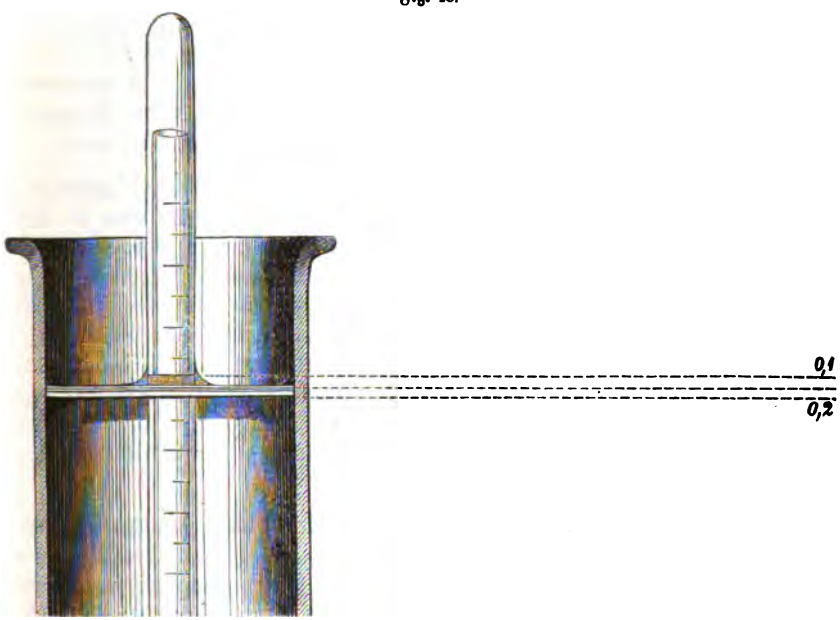
Die Untersuchung der Maische nach der Gährung.

In Folge der Gährung finden in der Maische Umsetzungen statt; es werden gewisse Körper neugebildet, andere vermindert, und lassen sich die Veränderungen hauptsächlich in Folgendem zusammenfassen: Der größte Theil des Zuckers wird in Alkohol umgewandelt und findet das gleiche mit dem Dextrin statt, so daß bei einer möglichst vollkommen verlaufenden Gährung die Mengen dieser Körper sehr geringe sind. Der Eiweiß- und Salzgehalt der Maischen wird selbstverständlich nach der Gährung ein geringerer sein, als vor derselben, indem eine gewisse Menge dieser Körper zur Bildung neuer Hefe verwendet wird; der Milchsäuregehalt wird sich vermehren, indem das Milchsäureferment während der Gährung fortwirkt.

Die Untersuchung der vergohrenen Maische wird sich somit auf die Mengen des ungegohren gebliebenen Zuckers und Dextrines, ferner auf die Menge des neugebildeten Alkohols und der Milchsäure zu erstrecken haben.

Man kann in ähnlicher Weise, wie dies der Bierbrauer thut, den Fortgang der Gährung mit Hülfe des Saccharometers verfolgen: in dem Maße, in welchem der Zucker vergährt und an seine Stelle Alkohol tritt, wird das specifische Gewicht der Flüssigkeit ein immer geringeres; das Saccharometer sinkt immer tiefer ein. Das Saccharometer läßt sich aber in diesem Falle wirklich nur dazu verwenden, um das Fortschreiten der Gährung in der Weise zu controliren, daß es anzeigt, daß die Gährung mächtiger werde oder in Abnahme begriffen sei; es ist aber unmöglich, unmittelbar aus der Angabe des Saccharometers einen directen Schluß auf die Menge des vergohrenen Zuckers zu ziehen.

Fig. 48.



Ablesen vom Saccharometer.

Man kann nun allerdings mit Hülfe der Balling'schen Attenuationslehre und unter alleiniger Anwendung des Saccharometers mit einer bis zu einem gewissen Grad gehenden Genauigkeit die Mengen der nicht vergährbaren Körper (den Extractgehalt) in der Maische bestimmen und durch Vergleichung mit der Saccharometerangabe der ursprünglichen Maische einen Schluß auf die Menge des neugebildeten Alkohols ziehen, somit in ähnlicher Weise vorgehen, wie es der Bierbrauer bei der Untersuchung seiner Bierwürzen thut. Wir dürfen hier aber

nicht außer Acht lassen, daß bei den Spiritusmaischen die Verhältnisse bedeutend von jenen abweichen, welche für Bierwürzen Geltung haben und daß namentlich in ersteren neben der Alkoholgährung auch noch eine ziemlich starke Milchsäuregährung verläuft, ein Vorgang, welcher auf die chemische Beschaffenheit der Flüssigkeit, in Folge dessen auch auf das specifische Gewicht derselben bedeutenden Einfluß nimmt.

Um auch die Untersuchung der vergohrenen Maischen mittelst des Saccharometers mit einer für die Praxis ausreichenden Genauigkeit ausführen zu können, muß man trachten, die zu prüfende Maische so viel möglich wieder einer unvergohrenen Maische ähnlich zu machen. Wenn wir von den in geringen Mengen bei der Gährung entstehenden Körpern und auch von der Milchsäure absehen, so ist der Alkohol jener Körper, welcher am meisten auf das specifische Gewicht der Flüssigkeit Einfluß nimmt. Wenn man aus einem gegebenen Volumen der vergohrenen Maische den Alkohol durch Erhitzen vertreibt und die Flüssigkeit dann wieder durch Wasserzusatz auf das ursprüngliche Volumen bringt, so hat man sie hierdurch wieder einer ungegohrenen Maische so ähnlich gemacht, als dies überhaupt möglich ist, und kann nunmehr in dieser Flüssigkeit mittelst des Saccharometers Resultate erhalten, welche nicht zu weit von den richtigen abweichen.

Man verfährt bei dieser Prüfung in ähnlicher Weise, wie bei der aräometrischen Bierprobe nach Metz.*) Zur Ausführung der Probe filtrirt man die vergohrene Maische klar ab, schüttelt etwa 1¼ Liter in einer großen Flasche während einiger Minuten kräftig durch, um die in der Flüssigkeit gelöste Kohlensäure zu vertreiben, mißt in einem graduirten Cylinder genau ein Liter der Flüssigkeit ab und bestimmt mittelst eines genauen Araeometers das specifische Gewicht derselben; bringt sie dann in eine Porzellanschale und dampft die Flüssigkeit, ohne daß sie zum Kochen kommt (die in Folge des Platzens der Dampfblasen beim Kochen weggeschleuderten Tröpfchen würden Verluste bedingen) so weit ein, daß sie etwa die Hälfte des ursprünglichen Volumens besitzt. Der Alkohol ist hierdurch vollständig aus der Flüssigkeit entfernt.

Die Flüssigkeit wird nunmehr wieder in den Meßcylinder zurückgegossen, die Schale mit destillirtem Wasser ausgespült, dieses zu dem Inhalte des Cylinders gefügt und schließlich das Volumen der ganzen Flüssigkeit genau wieder auf ein Liter gebracht. Bestimmt man nunmehr mittelst des Araeometers das specifische Gewicht dieser Flüssigkeit, so kann man nach der Angabe dieses Instrumentes die Saccharometergrade der „entgeisteten" (d. i. von Alkohol befreiten) Maische ermitteln und erhält nach Abzug der ursprünglichen Saccharometerangabe eine Zahl, welche die Menge der unvergährbaren Substanz angiebt — der Unterschied zwischen der Saccharometerangabe vor und nach der Gährung giebt dann die Menge der vergohrenen Substanz an.

*) Siehe Band II dieses Werkes, Seite 540 u. ff.

Um den Alkoholgehalt direct aus dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit vor und nach dem Entgeisten zu bestimmen, benützt man die Formel

$$1 - (S_1 - S) = x$$

in welcher 1 das specifische Gewicht des Wassers, S jenes der Maische vor dem Kochen, S_1 nach dem Kochen und x das specifische Gewicht des verdünnten Alkoholes bezeichnet.

Beispiel.

Specifisches Gewicht der Maische vor dem Kochen = S = 1,0090
" " " " nach " " = S_1 = 1,0251
$1 - (1{,}0251 - 1{,}0090) = x =$
$1 - 0{,}0161 = 0{,}9839 = x.$

Nach der Tabelle VII enthält ein Gemisch Wasser und Alkohol, welches das specifische Gewicht 0,9839 zeigt, 9,99 Gewichtspercente Alkohol.

Das eben geschilderte Verfahren hat nur den Vorzug für sich, daß man zur Untersuchung blos des Saccharometers bedarf; es ist aber ziemlich zeitraubend und giebt immer nur Resultate von relativer Genauigkeit. Nimmt man die Untersuchung hingegen in der Weise vor, daß man direct die Menge des während der Gährung entstandenen Alkohols bestimmt, so gelangt man mindestens ebenso rasch wie bei dem vorangegebenen Verfahren zu viel genaueren Ergebnissen, indem sich der Alkoholgehalt einer Flüssigkeit mit großer Schärfe bestimmen läßt. Da dieses Verfahren im Wesentlichen mit jenen Methoden zusammenfällt, welche man bei der Ermittelung des Alkoholgehaltes von Flüssigkeiten überhaupt anwendet, so werden wir es in dem Abschnitte „Alkoholometrie" näher besprechen.

Die Untersuchung der Hefe.

Die Hefe kann in mehrfacher Beziehung Gegenstand der Untersuchung sein und zwar sowohl in Bezug auf den Zustand des Alkoholgährungsfermentes selbst, auf die Menge der in einem gewissen Volumen von Hefe enthaltenen Zellen des Alkoholfermentes, auf das Mengenverhältniß zwischen Alkoholferment und Milchsäureferment, auf ihren Zucker- und Dextringehalt, auf ihre vergährend wirkende Kraft und endlich in Bezug auf ihren Säuregehalt. Was die Untersuchungen anlangt, welche auf die Menge der Hefezellen und des Milchsäurefermentes Bezug haben, liegen wegen der Neuheit der Sache noch wenige Angaben über dieselben vor; es ist aber jetzt schon gerechtfertigt, zu behaupten, daß gerade diese Untersuchungen von sehr hohem Werthe für den Spiritusfabrikanten sind.

Die Säurebestimmung.

Wie aus dem vorhergehenden Abschnitte zu entnehmen ist, nimmt der Säuregehalt der Hefe sehr bedeutenden Einfluß auf den Verlauf des Gährungsprocesses und muß die Hefe fortwährend auf ihren Gehalt an Säure geprüft werden, um denselben innerhalb der richtigen Grenzen zu erhalten. Die Bestimmung der

Säure wird stets auf volumetrischem Wege, nach dem sogenannten Titrirverfahren, vorgenommen, und gründet sich letzteres darauf, daß ein bestimmtes Volumen einer Flüssigkeit, welche eine gewisse Menge eines Alkali (Ammoniak, Aetzkali oder Aetznatron) in Lösung hält, eine bestimmte Menge von Säure zu neutralisiren vermag. Man fügt daher zu einem abgemessenen Volumen der auf ihren Säuregehalt zu prüfenden Flüssigkeit so lange von der alkalischen Flüssigkeit, bis beim Zufügen eines weiteren Tropfens von Alkalilösung die Farbenänderung eines eingetauchten Streifens Lackmuspapier von violett in roth das Eintreten der Neutralisation anzeigt.

Der Lüdersdorff'sche Säuremesser.

Das Lüdersdorff'sche Oxymeter*) besteht aus einer mit einer Theilung versehenen Röhre, welche unten zu einer Kugel erweitert ist, die, bis zum Nullpunkte der Theilung 13,35 cm faßt und bei welchem der Abstand zwischen zwei Theilstrichen einen Rauminhalt von 0,463 ccm entspricht. Als alkalische Flüssigkeit verwendet man bei dem Oxymeter Aetzammoniak vom specifischen Gewichte 0,997.

Die Untersuchung mit diesem Instrumente wird auf die Weise ausgeführt, daß man die Erweiterung des Gefäßes bis zum Nullpunkte mit der zu prüfenden Flüssigkeit füllt, und wird nun von der Ammoniakflüssigkeit so viel zugegossen, daß die Flüssigkeit bis zum Theilstriche (oder Grad) 1 — 2 — 3 — 4 (je nach der Säuremenge, welche man in der Flüssigkeit vermuthet) reicht, tüchtig umgeschüttelt und ein Streifen rothes Lackmuspapier eingetaucht; bleibt die Farbe des letzteren unverändert, so ist noch Ammoniak zuzufügen; wird seine Farbe in blau umgeändert, so ist die Untersuchung beendet; die Flüssigkeit zeigt dann „am Oxymeter 1—2—3 ꝛc. Grade".

Nach dem gegenwärtigen Stande der volumetrischen Analyse ist das Oxymeter als ein gänzlich veraltetes Instrument zu bezeichnen, welches seiner ganzen Einrichtung nach keine verläßlichen Resultate geben kann. Es stimmt erstens nicht mit dem metrischen Maße überein (das Volumen der Erweiterung mit 13,35 ccm Fassungsraum entspricht 225 Gran des alten Medicinalgewichtes), übrigens ein Uebelstand, welcher sich leicht beseitigen ließe, indem es mit keiner Schwierigkeit verbunden ist, ein Oxymeter herzustellen, welches bis zum Nullpunkte genau 25 ccm faßt und bei welchem der Raum zwischen zwei Theilstrichen gleich 1 ccm ist. Ein anderer größerer Uebelstand liegt darin, daß man den Punkt, bei welchem die Säure eben neutralisirt ist, nicht genau erfassen kann, indem man nur mit dem Lackmuspapier prüft, nachdem man wieder einen halben Grad Ammoniak zugesetzt hat; die Neutralisirung kann z. B. schon eintreten, wenn man blos einen Tropfen Ammoniak über 3 Grad zugiebt; man wird aber in diesem Falle doch 3½ Grad herausfinden, indem die Theilung des Rohres nur halbe Grade angiebt. Nach

*) Oxymeter = Säuremesser.

jedesmaligem Umschütteln des mit dem Daumen verschlossenen Rohres bleibt Flüssigkeit an ersterem haften, was abermals eine Fehlerquelle ist.

Das unzweckmäßigste an dieser Prüfung ist aber die Anwendung von Ammoniak als alkalische Flüssigkeit. Der Gehalt einer Lösung von Ammoniak in Wasser nimmt fortwährend ab, indem jedes Sinken des Luftdruckes und jede Temperaturerhöhung das Entweichen einer gewissen Menge von Ammoniakgas bedingt. Wenn man daher schon mit dem Oxymeter fortarbeiten wollte, so wäre unbedingt die Anwendung von Kali- oder Natronlauge von bekanntem Alkaligehalte zu empfehlen. Wir kennen aber gegenwärtig so zweckmäßig construirte Titrirvorrichtungen, daß das Oxymeter keine Stelle mehr unter den Instrumenten gebührt, deren sich der Spiritusfabrikant zu bedienen hat, um so mehr, als man ja allseitig bestrebt ist, die älteren unvollkommenen Instrumente durch zweckmäßige zu ersetzen, welche wirklich verläßliche Resultate geben. Bei einer so häufig vorzunehmenden und so wichtigen Untersuchung, wie es die Bestimmung der Säure in Hefe und Maische ist, soll man sich immer nur einer Vorrichtung bedienen, welche in kürzester Zeit scharfe Resultate liefert.

Der Titrirapparat.

Dieser Apparat in seiner einfachsten Construction wird durch die Figuren 49 und 50 versinnlicht und dient zum Abmessen der Normal-Alkalilösung, für welche man immer Kali- oder Natronlauge anwendet, die Quetschhahnbürette, deren unterer Theil durch Fig. 50 dargestellt wird. Die Quetschhahn-Bürette besteht aus einem cylindrischen Glasrohre, auf dessen äußerer Oberfläche eine Theilung eingeätzt ist, welche je nach dem Durchmesser des Rohres ganzen oder Zehntel CC entspricht; unten ist die Bürette verengert und steht durch ein Kautschukröhrchen mit einem Glasrohre in Verbindung, welches zu einer feinen Spitze ausgezogen ist. Durch den Druck der am Quetschhahne vorhandenen Feder wird das Kautschukrohr geschlossen, es kann keine Flüssigkeit aus der Bürette ablaufen; drückt man mit Daumen und Zeigefinger auf die Plättchen des Quetschhahnes, so fließt je nach der Stärke des Druckes die in der Bürette enthaltene Flüssigkeit entweder im vollen Strahle oder auch blos Tropfen für Tropfen ab.

Die Normal-Aetzkali- oder Aetznatronlösung wird dargestellt, indem man genau 56,1 gr reines Aetzkali oder 40 gr reines Aetznatron in 1 Liter Wasser löst und vermag 1 ccm dieser Normal-Laugen genau 0,09 gr Milchsäure oder 0,06 gr Essigsäure oder 0,49 gr Schwefelsäure zu neutralisiren. Nachdem die Mengen von Normallauge, welche man für eine Bestimmung benöthigt, sehr geringe sind und hierdurch, namentlich durch denjenigen, welcher in der Ausführung von derlei Arbeiten nicht sehr geübt ist, leicht fehlerhafte Resultate gefunden werden, ist es angezeigt, sich der sogenannten Zehntel-Normal-Aetzlaugen zu bedienen. Man erhält diese, indem man 1 Liter der Normallauge mit 9 Liter destillirtem Wasser mischt, und ist 1 CCm der Zehntel-Normallösungen dann gleich 0,009 gr Milchsäure oder 0,006 gr Essigsäure oder 0,049 gr Schwefelsäure.

Um mittelst dieses Apparates die Säure in Hefe oder Maische zu bestimmen, schlägt man folgenden Weg ein:

Mittelst der in Fig. 49 abgebildeten Pipette von 10 oder 20 ccm Rauminhalt mißt man genau 20 ccm der zu prüfenden Flüssigkeit ab, bringt dieselbe in ein Becherglas und fügt ihr 5 CC einer Lakmuslösung zu, welche man durch Auflösen von Lakmus in Wasser bereitet und mit so viel Salzsäure versetzt hat, daß die

Fig. 49. Fig. 50.

Quetschhahn-Bürette.

Flüssigkeit in dünnen Schichten deutlich violett erscheint, durch einen Tropfen zugefügter Normalalkalilösung zu 5 CC der Lakmus-Tinctur die Farbe sogleich in Blau umschlägt, indeß sie durch eine Spur Säure sogleich in entschiedenes Roth übergeht. Lakmus-Tinctur von dieser Beschaffenheit ist der beste Wächter oder Indicator beim Titriren von saueren Flüssigkeiten und ist es zweckmäßig, sich einige Liter dieser Flüssigkeit darzustellen, welche man durch Zugabe einiger

Tropfen Carbolsäure vor Schimmelwucherung bewahren kann; man hat auf diese Weise für mehrere hundert Säurebestimmungen immer einen Indicator von denselben Eigenschaften.

Die zu prüfende Flüssigkeit färbt sich beim Zusammenbringen mit der Lakmus-Tinctur roth und wird das Glas, in welchem sie sich befindet, auf einer weißen Unterlage und unter das Röhrchen der bis zum obersten Theilstriche mit Zehntel-Normal-Lauge gefüllte Bürette gestellt.

Durch Drücken auf die Plättchen des Quetschhahnes läßt man nun Zehntel-Normallauge in das Glas fließen und rührt, nachdem sich beim Umschütteln der Flüssigkeit durch Schwenken des Glases erstere schon violett zu färben beginnt, mit einem Glasstabe um, fügt dann abermals Lauge zu, rührt wieder und fährt so mit abwechselnder Zugabe von Lauge und Rühren fort, bis die Flüssigkeit rein violett geworden, somit die Säure vollkommen neutralisirt ist. Die Menge der verbrauchten CC Zehntel-Normal-Lauge wird dann notirt. (Um sich zu überzeugen, daß wirklich der Neutralitätspunkt erreicht sei, ist es Anfängern zu empfehlen, nachträglich noch einen Tropfen Lauge in die Flüssigkeit fallen zu lassen; war dieselbe wirklich neutral, so schlägt die Farbe derselben sofort in reines Blau um.)

Da die zu titrirenden Flüssigkeiten gelb sind und mit der Lakmustinctur eine mehr oder weniger unbestimmte Färbung geben, so ziehen es manche vor, an Stelle der Lakmus-Tinctur Lakmus-Papier anzuwenden. Man stellt auch dieses zweckmäßig in größeren Mengen dar, indem man Schreibpapier mit der Tinctur tränkt und trocknet.

Um auf diese Weise die Bestimmung vorzunehmen, wendet man zum Rühren einen Glasstab an, welcher zu einer stumpfen Spitze ausgezogen ist, taucht denselben vor Beginn des Titrirens in die Flüssigkeit und betupft damit eine Stelle auf einem Streifen Lakmuspapier, dieselbe wird roth gefärbt; die nachfolgenden Proben zeigen ein immer blasseres Roth, der Neutralitätspunkt aber dieselbe Farbe wie das mit reinem Wasser betupfte Lakmuspapier — beim Ueberschreiten desselben bringt die nächste Probe sogleich eine deutlich blaue Färbung hervor.

Wir sind nicht im Stande anzugeben, welche Art der Probenahme mit Lakmus die genauere sei, es kommt hierbei viel auf die Empfindlichkeit des Auges für geringe Farbenunterschiede und auf die Gewöhnung an: wer viele Bestimmungen nach der einen oder anderen Methode ausgeführt hat, wird nach jeder richtig zu arbeiten im Stande sein.

Beispiel:

Man hat auf 20 CC Flüssigkeit genau 9,8 CC Zehntel-Normal-Lauge verbraucht und enthalten diese 20 CC daher $9{,}8 \times 0{,}009$ gr Milchsäure oder 0,0882 gr. Milchsäure.

Ein Liter oder 1000 CCm der Flüssigkeit enthalten somit $50 \times 0{,}0882$ gr Milchsäure oder 4,41 gr Milchsäure oder 0,441 Percent.

Fünf CCm. Zehntel-Normallauge entsprechen nahezu 1 Grad Säure nach den Angaben des Lüdersdorffer'schen Oxymeters; die Flüssigkeit zeigt daher beiläufig 2 Grad Lüdersdorff.

richtung dieser Instrumente auf die bekannte Thatsache, daß ein Körper in einer Flüssigkeit um so tiefer einsinkt, je weniger dicht dieselbe ist, und umgekehrt; die Dichte der Flüssigkeit hängt neben deren Gehalte an aufgelösten Körpern auch von der Temperatur ab: sie wird größer, wenn die Temperatur abnimmt. Jene Instrumente, welche man als Saccharometer bezeichnet, zeigen in Wirklichkeit das specifische Gewicht an, welches einem gewissen Percentgehalte der Flüssigkeit an Zucker entspricht. Es läßt sich daher an Stelle des Saccharometers zur Ermittelung des Zuckergehaltes der Maischflüssigkeit auch ein gewöhnliches Araeometer verwenden, welches das specifische Gewicht anzeigt; die Relation zwischen diesem und dem Zuckergehalte in Percenten ergiebt sich dann aus der Tabelle No. VI. Wenn die Prüfung einer Flüssigkeit, welche blos aus Wasser und einer Zuckerart besteht, mit einem Saccharometer bei jener Temperatur vorgenommen wird, für welche das Instrument construirt wurde (Normaltemperatur), so werden die Angaben des Saccharometer vollständig genau sein, und wäre es mit keiner Schwierigkeit verbunden, ein Maltosometer zu construiren.

Die Maischflüssigkeiten enthalten aber neben der Maltose noch stets gewisse Mengen von Dextrin, Eiweißstoffen, Salzen u. s. w. in Lösung und nehmen diese Körper begreiflicher Weise auf die Dichte der Flüssigkeit Einfluß, sie vergrößern sie und würden die Angaben des Instrumentes in Folge dessen zu hoch ausfallen. Durch directe Analysen der betreffenden Flüssigkeiten gelang es, den Einfluß, welchen die Gegenwart dieser Körper neben Zucker auf die Dichte der Flüssigkeit ausübt, zu ermitteln und die Scala des Saccharometers so zu corrigiren, daß es mit einer für die Praxis genügenden Genauigkeit den Zuckergehalt anzeigt. Es ist begreiflich, daß die Angaben des Saccharometers nicht absolut genau sein können, indem die Menge von Dextrin, Salzen u. s. w., welche neben Maltose in den Maischen vorhanden sind, nicht immer die nämlichen sind; vorausgesetzt, daß man die Untersuchung mit der nöthigen Aufmerksamkeit vornimmt, d. h. die Normaltemperatur einhält und richtig abliest, betragen die Fehler zwischen der Saccharometerangabe und der durch directe Wägung ermittelten Menge des Gehaltes an Trockensubstanz aber selten mehr als ein halbes Percent. Der Gehalt an wirklich vergährbarer Substanz ist jedoch wegen der Gegenwart fremder Körper offenbar geringer, als ihn das Saccharometer anzeigt und zeigen sich in dem Gehalte an vergährbarer Substanz je nach der Beschaffenheit des angewendeten Rohmateriales sehr bedeutende Schwankungen; bei Kartoffelmaische wird die Abweichung von der Saccharometerangabe um so geringer sein, je höher der Stärkemehlgehalt der Kartoffeln war, indem in sehr stärkemehlreichen und stärkemehlarmen Kartoffeln die Mengen der anderen Körper nur ganz geringe Schwankungen zeigen. Nach Behrend und Maercker beträgt der Gehalt an wirklich vergährbarer Substanz für 100 Theile der Saccharometerangabe zwischen 92 und 80 pCt., das sind aber so bedeutende Abweichungen, daß durch diesen Umstand die Angaben des Saccharometers, für Kartoffelmaischen wenigstens, ziemlich unsichere werden. Für Getreidemaischen bewegen sie sich innerhalb engerer Grenzen, indem

bei Getreide bekanntlich der Stärkegehalt nicht so stark schwankt, als dies bei Kartoffeln der Fall ist.

Die Prüfung einer Flüssigkeit mittelst eines Araeometers kann nur dann ein genaues Resultat ergeben, wenn die Flüssigkeit frei von gröberen in ihr schwebenden Körpern ist; bei der Untersuchung der Maischflüssigkeiten begnügt man sich mit einer annähernd klaren Flüssigkeit, welche man erhält, indem man die Maische durch einen dichtgewebten aus Leinwand angefertigten Spitzbeutel filtrirt; die Flüssigkeit muß, wie schon erwähnt, auf die Temperatur von 17,5° C. (14° R.) gebracht werden, oder man muß für die Abweichungen von derselben eine Correctur der Saccharometeranzeige vornehmen, welche für je 2,5° C. (2° R.) annähernd mit 0,1 Percent Saccharometeranzeige angenommen werden kann.

Bei der Vornahme der Prüfung der Maischflüssigkeit mittelst des Saccharometers und überhaupt bei der Prüfung einer Flüssigkeit mit einem Araeometer, ist es, um genügend scharfe Resultate zu erhalten nothwendig, gewisse Vorsichtsmaßregeln zu beachten, die wir in kurzem nachstehend anführen.

Was zuerst das Saccharometer (Fig. 46) selbst anlangt, werden diese Instrumente gegenwärtig seitens verschiedener Fabrikanten in ziemlich übereinstimmender Form hergestellt; dieses, sowie alle Araeometer zeigen um so genauer, je größer das Volumen des eingetauchten Theiles im Vergleiche mit dem frei hervorragenden ist, somit je größer der Schwimmkörper und je dünner die Spindel ist. Man soll nur solche Saccharometer in der Brennerei in Verwendung nehmen, welche amtlich geprüft und richtig befunden wurden; wenn sich zu den Unsicherheiten, welche den Angaben des Saccharometers immer anhaften, noch jene Fehler gesellen, die aus einer unrichtigen Construction des Instrumentes hervorgehen, so ist selbstverständlich hierdurch die Genauigkeit der mit demselben gewonnenen Resultate eine noch geringere.

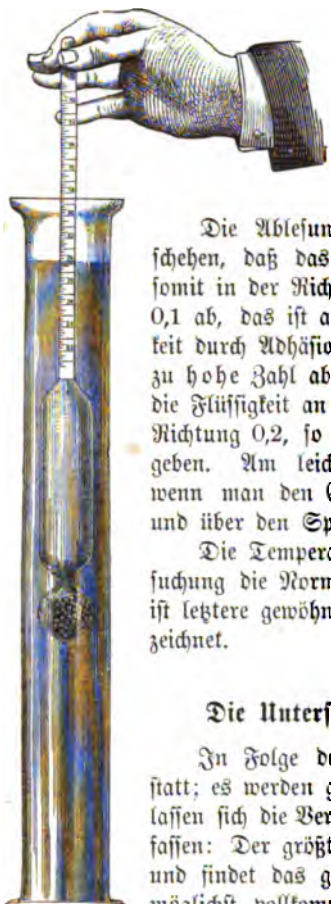
Fig. 46.

Das Saccharometer selbst muß vollkommen gereinigt sein und darf dasselbe absolut nie an jenem Theile der Spindel berührt werden, welcher noch in die Flüssigkeit eintaucht; jede mit dem Finger berührte Stelle der Spindel ist mit einer, wenn auch noch so dünnen Fettschichte überzogen und bedingt diese, daß die Flüssigkeit an dieser Stelle Adhäsion von anderer Stärke zeige, als an blanken Stellen des Glases.

Das Einsenken des Saccharometers, welches in der aus Fig. 47 ersichtlichen Weise zwischen Daumen und Zeigefinger gehalten wird, muß so geschehen, daß das Instrument nicht eher freigelassen wird, bevor es bis zu jenem Punkt eingetaucht ist, bei welchen es schwebend bleibt. Läßt man das Instrument zu

früh los, so taucht es tiefer, als es soll, steigt zwar sogleich wieder empor, ist aber an der Spindel von Flüssigkeit benetzt, welche sein Gewicht vergrößert; das Saccharometer taucht dann zu tief ein und würde die Ablesung falsch ausfallen. Tauchte das Instrument zu tief ein, so muß es gereinigt und abgetrocknet werden und muß die Bestimmung wiederholt werden.

Fig. 47.



Einsenken des Saccharometers.

Der Cylinder, in welchem die zu untersuchende Flüssigkeit enthalten ist, soll einen so großen Durchmesser besitzen, daß das Saccharometer frei schweben bleibt, ohne sich an die Wandung zu legen; zweckmäßig ist es, den Cylinder auf ein Brett zu befestigen, welches mit drei aus Schrauben bestehenden Füßchen versehen ist, und diese so zu stellen, daß die Axe des Cylinders eine genau verticale Richtung erhält.

Die Ablesung der Saccharometeranzeige soll immer so geschehen, daß das Auge über den Spiegel der Flüssigkeit wegblickt, somit in der Richtung 0 (vergl. Fig. 48); liest man in der Richtung 0,1 ab, das ist an jenem Punkte, bis zu welchem sich die Flüssigkeit durch Adhäsion an der Spindel hinaufzieht, so liest man eine zu hohe Zahl ab; wollte man unter dem dunklen Ring, welchen die Flüssigkeit an der Cylinderwandung bildet, ablesen, d. i. in der Richtung 0,2, so würde die Ablesung eine zu niedrige Zahl ergeben. Am leichtesten kann man beide Uebelstände vermeiden, wenn man den Cylinder bis zum Rande mit der Flüssigkeit füllt und über den Spiegel derselben hinweg abliest.

Die Temperatur der Flüssigkeit soll im Augenblicke der Untersuchung die Normaltemperatur von 14° R. (= 17,5° C.) sein und ist letztere gewöhnlich auch auf der Scala des Saccharometers verzeichnet.

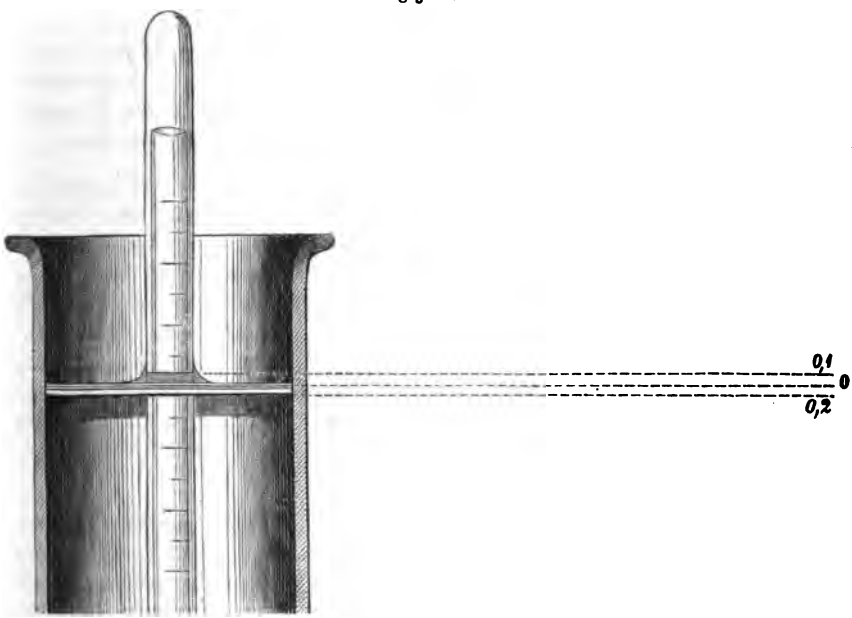
Die Untersuchung der Maische nach der Gährung.

In Folge der Gährung finden in der Maische Umsetzungen statt; es werden gewisse Körper neugebildet, andere vermindert, und lassen sich die Veränderungen hauptsächlich in Folgendem zusammenfassen: Der größte Theil des Zuckers wird in Alkohol umgewandelt und findet das gleiche mit dem Dextrin statt, so daß bei einer möglichst vollkommen verlaufenden Gährung die Mengen dieser Körper sehr geringe sind. Der Eiweiß- und Salzgehalt der Maischen wird selbstverständlich nach der Gährung ein geringerer sein, als vor derselben, indem eine gewisse Menge dieser Körper zur Bildung neuer Hefe verwendet wird; der Milchsäuregehalt wird sich vermehren, indem das Milchsäureferment während der Gährung fortwirkt.

Die Untersuchung der vergohrenen Maische wird sich somit auf die Mengen des ungegohren gebliebenen Zuckers und Dextrines, ferner auf die Menge des neugebildeten Alkohols und der Milchsäure zu erstrecken haben.

Man kann in ähnlicher Weise, wie dies der Bierbrauer thut, den Fortgang der Gährung mit Hülfe des Saccharometers verfolgen: in dem Maße, in welchem der Zucker vergährt und an seine Stelle Alkohol tritt, wird das specifische Gewicht der Flüssigkeit ein immer geringeres; das Saccharometer sinkt immer tiefer ein. Das Saccharometer läßt sich aber in diesem Falle wirklich nur dazu verwenden, um das Fortschreiten der Gährung in der Weise zu controliren, daß es anzeigt, daß die Gährung mächtiger werde oder in Abnahme begriffen sei; es ist aber unmöglich, unmittelbar aus der Angabe des Saccharometers einen directen Schluß auf die Menge des vergohrenen Zuckers zu ziehen.

Fig. 48.



Ablesen vom Saccharometer.

Man kann nun allerdings mit Hülfe der Balling'schen Attenuationslehre und unter alleiniger Anwendung des Saccharometers mit einer bis zu einem gewissen Grad gehenden Genauigkeit die Mengen der nicht vergährbaren Körper (den Extractgehalt) in der Maische bestimmen und durch Vergleichung mit der Saccharometerangabe der ursprünglichen Maische einen Schluß auf die Menge des neugebildeten Alkohols ziehen, somit in ähnlicher Weise vorgehen, wie es der Bierbrauer bei der Untersuchung seiner Bierwürzen thut. Wir dürfen hier aber

nicht außer Acht lassen, daß bei den Spiritusmaischen die Verhältnisse bedeutend von jenen abweichen, welche für Bierwürzen Geltung haben und daß namentlich in ersteren neben der Alkoholgährung auch noch eine ziemlich starke Milchsäuregährung verläuft, ein Vorgang, welcher auf die chemische Beschaffenheit der Flüssigkeit, in Folge dessen auch auf das specifische Gewicht derselben bedeutenden Einfluß nimmt.

Um auch die Untersuchung der vergohrenen Maischen mittelst des Saccharometers mit einer für die Praxis ausreichenden Genauigkeit ausführen zu können, muß man trachten, die zu prüfende Maische so viel möglich wieder einer unvergohrenen Maische ähnlich zu machen. Wenn wir von den in geringen Mengen bei der Gährung entstehenden Körpern und auch von der Milchsäure absehen, so ist der Alkohol jener Körper, welcher am meisten auf das specifische Gewicht der Flüssigkeit Einfluß nimmt. Wenn man aus einem gegebenen Volumen der vergohrenen Maische den Alkohol durch Erhitzen vertreibt und die Flüssigkeit dann wieder durch Wasserzusatz auf das ursprüngliche Volumen bringt, so hat man sie hierdurch wieder einer ungegohrenen Maische so ähnlich gemacht, als dies überhaupt möglich ist, und kann nunmehr in dieser Flüssigkeit mittelst des Saccharometers Resultate erhalten, welche nicht zu weit von den richtigen abweichen.

Man verfährt bei dieser Prüfung in ähnlicher Weise, wie bei der aräometrischen Bierprobe nach Metz.*) Zur Ausführung der Probe filtrirt man die vergohrene Maische klar ab, schüttelt etwa 1¼ Liter in einer großen Flasche während einiger Minuten kräftig durch, um die in der Flüssigkeit gelöste Kohlensäure zu vertreiben, mißt in einem graduirten Cylinder genau ein Liter der Flüssigkeit ab und bestimmt mittelst eines genauen Araeometers das specifische Gewicht derselben; bringt sie dann in eine Porzellanschale und dampft die Flüssigkeit, ohne daß sie zum Kochen kommt (die in Folge des Platzens der Dampfblasen beim Kochen weggeschleuderten Tröpfchen würden Verluste bedingen) so weit ein, daß sie etwa die Hälfte des ursprünglichen Volumens besitzt. Der Alkohol ist hierdurch vollständig aus der Flüssigkeit entfernt.

Die Flüssigkeit wird nunmehr wieder in den Meßcylinder zurückgegossen, die Schale mit destillirtem Wasser ausgespült, dieses zu dem Inhalte des Cylinders gefügt und schließlich das Volumen der ganzen Flüssigkeit genau wieder auf ein Liter gebracht. Bestimmt man nunmehr mittelst des Araeometers das specifische Gewicht dieser Flüssigkeit, so kann man nach der Angabe dieses Instrumentes die Saccharometergrade der „entgeisteten" (d. i. von Alkohol befreiten) Maische ermitteln und erhält nach Abzug der ursprünglichen Saccharometerangabe eine Zahl, welche die Menge der unvergährbaren Substanz angiebt — der Unterschied zwischen der Saccharometerangabe vor und nach der Gährung giebt dann die Menge der vergohrenen Substanz an.

*) Siehe Band II dieses Werkes, Seite 540 u. ff.

Um den Alkoholgehalt direct aus dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit vor und nach dem Entgeisten zu bestimmen, benützt man die Formel

$$1 - (S_1 - S) = x$$

in welcher 1 das specifische Gewicht das Wassers, S jenes der Maische vor dem Kochen, S_1 nach dem Kochen und x das specifische Gewicht des verdünnten Alkoholes bezeichnet.

Beispiel.

Specifisches Gewicht der Maische vor dem Kochen = S = 1,0090

" " " " nach " " = S_1 = 1,0251

$$1 - (1{,}0251 - 1{,}0090) = x =$$

$$1 - 0{,}0161 = 0{,}9839 = x.$$

Nach der Tabelle VII enthält ein Gemisch Wasser und Alkohol, welches das specifische Gewicht 0,9839 zeigt, 9,99 Gewichtspercente Alkohol.

Das eben geschilderte Verfahren hat nur den Vorzug für sich, daß man zur Untersuchung blos des Saccharometers bedarf; es ist aber ziemlich zeitraubend und giebt immer nur Resultate von relativer Genauigkeit. Nimmt man die Untersuchung hingegen in der Weise vor, daß man direct die Menge des während der Gährung entstandenen Alkohols bestimmt, so gelangt man mindestens ebenso rasch wie bei dem vorangegebenen Verfahren zu viel genaueren Ergebnissen, indem sich der Alkoholgehalt einer Flüssigkeit mit großer Schärfe bestimmen läßt. Da dieses Verfahren im Wesentlichen mit jenen Methoden zusammenfällt, welche man bei der Ermittelung des Alkoholgehaltes von Flüssigkeiten überhaupt anwendet, so werden wir es in dem Abschnitte „Alkoholometrie" näher besprechen.

Die Untersuchung der Hefe.

Die Hefe kann in mehrfacher Beziehung Gegenstand der Untersuchung sein und zwar sowohl in Bezug auf den Zustand des Alkoholgährungsfermentes selbst, auf die Menge der in einem gewissen Volumen von Hefe enthaltenen Zellen des Alkoholfermentes, auf das Mengenverhältniß zwischen Alkoholferment und Milchsäureferment, auf ihren Zucker- und Dextringehalt, auf ihre vergährend wirkende Kraft und endlich in Bezug auf ihren Säuregehalt. Was die Untersuchungen anlangt, welche auf die Menge der Hefezellen und des Milchsäurefermentes Bezug haben, liegen wegen der Neuheit der Sache noch wenige Angaben über dieselben vor; es ist aber jetzt schon gerechtfertigt, zu behaupten, daß gerade diese Untersuchungen von sehr hohem Werthe für den Spiritusfabrikanten sind.

Die Säurebestimmung.

Wie aus dem vorhergehenden Abschnitte zu entnehmen ist, nimmt der Säuregehalt der Hefe sehr bedeutenden Einfluß auf den Verlauf des Gährungsprocesses und muß die Hefe fortwährend auf ihren Gehalt an Säure geprüft werden, um denselben innerhalb der richtigen Grenzen zu erhalten. Die Bestimmung der

Säure wird stets auf volumetrischem Wege, nach dem sogenannten Titrirverfahren, vorgenommen, und gründet sich letzteres darauf, daß ein bestimmtes Volumen einer Flüssigkeit, welche eine gewisse Menge eines Alkali (Ammoniak, Aetzkali oder Aetznatron) in Lösung hält, eine bestimmte Menge von Säure zu neutralisiren vermag. Man fügt daher zu einem abgemessenen Volumen der auf ihren Säuregehalt zu prüfenden Flüssigkeit so lange von der alkalischen Flüssigkeit, bis beim Zufügen eines weiteren Tropfens von Alkalilösung die Farbenänderung eines eingetauchten Streifens Lackmuspapier von violett in roth das Eintreten der Neutralisation anzeigt.

Der Lüdersdorff'sche Säuremesser.

Das Lüdersdorff'sche Oxymeter*) besteht aus einer mit einer Theilung versehenen Röhre, welche unten zu einer Kugel erweitert ist, die, bis zum Nullpunkte der Theilung 13,35 cm faßt und bei welchem der Abstand zwischen zwei Theilstrichen einen Rauminhalt von 0,463 ccm entspricht. Als alkalische Flüssigkeit verwendet man bei dem Oxymeter Aetzammoniak vom specifischen Gewichte 0,997.

Die Untersuchung mit diesem Instrumente wird auf die Weise ausgeführt, daß man die Erweiterung des Gefäßes bis zum Nullpunkte mit der zu prüfenden Flüssigkeit füllt, und wird nun von der Ammoniakflüssigkeit so viel zugegossen, daß die Flüssigkeit bis zum Theilstriche (oder Grad) 1 — 2 — 3 — 4 (je nach der Säuremenge, welche man in der Flüssigkeit vermuthet) reicht, tüchtig umgeschüttelt und ein Streifen rothes Lackmuspapier eingetaucht; bleibt die Farbe des letzteren unverändert, so ist noch Ammoniak zuzufügen; wird seine Farbe in blau umgeändert, so ist die Untersuchung beendet; die Flüssigkeit zeigt dann „am Oxymeter 1—2—3 ꝛc. Grade".

Nach dem gegenwärtigen Stande der volumetrischen Analyse ist das Oxymeter als ein gänzlich veraltetes Instrument zu bezeichnen, welches seiner ganzen Einrichtung nach keine verläßlichen Resultate geben kann. Es stimmt erstens nicht mit dem metrischen Maße überein (das Volumen der Erweiterung mit 13,35 ccm Fassungsraum entspricht 225 Gran des alten Medicinalgewichtes), übrigens ein Uebelstand, welcher sich leicht beseitigen ließe, indem es mit keiner Schwierigkeit verbunden ist, ein Oxymeter herzustellen, welches bis zum Nullpunkte genau 25 ccm faßt und bei welchem der Raum zwischen zwei Theilstrichen gleich 1 ccm ist. Ein anderer größerer Uebelstand liegt darin, daß man den Punkt, bei welchem die Säure eben neutralisirt ist, nicht genau erfassen kann, indem man nur mit dem Lackmuspapier prüft, nachdem man wieder einen halben Grad Ammoniak zugesetzt hat; die Neutralisirung kann z. B. schon eintreten, wenn man blos einen Tropfen Ammoniak über 3 Grad zugiebt; man wird aber in diesem Falle doch 3½ Grad herausfinden, indem die Theilung des Rohres nur halbe Grade angiebt. Nach

*) Oxymeter = Säuremesser.

jedesmaligem Umschütteln des mit dem Daumen verschlossenen Rohres bleibt Flüssigkeit an ersterem haften, was abermals eine Fehlerquelle ist.

Das unzweckmäßigste an dieser Prüfung ist aber die Anwendung von Ammoniak als alkalische Flüssigkeit. Der Gehalt einer Lösung von Ammoniak in Wasser nimmt fortwährend ab, indem jedes Sinken des Luftdruckes und jede Temperaturerhöhung das Entweichen einer gewissen Menge von Ammoniakgas bedingt. Wenn man daher schon mit dem Oxymeter fortarbeiten wollte, so wäre unbedingt die Anwendung von Kali- oder Natronlauge von bekanntem Alkaligehalte zu empfehlen. Wir kennen aber gegenwärtig so zweckmäßig construirte Titrirvorrichtungen, daß das Oxymeter keine Stelle mehr unter den Instrumenten gebührt, deren sich der Spiritusfabrikant zu bedienen hat, um so mehr, als man ja allseitig bestrebt ist, die älteren unvollkommenen Instrumente durch zweckmäßige zu ersetzen, welche wirklich verläßliche Resultate geben. Bei einer so häufig vorzunehmenden und so wichtigen Untersuchung, wie es die Bestimmung der Säure in Hefe und Maische ist, soll man sich immer nur einer Vorrichtung bedienen, welche in kürzester Zeit scharfe Resultate liefert.

Der Titrirapparat.

Dieser Apparat in seiner einfachsten Construction wird durch die Figuren 49 und 50 versinnlicht und dient zum Abmessen der Normal-Alkalilösung, für welche man immer Kali- oder Natronlauge anwendet, die Quetschhahnbürette, deren unterer Theil durch Fig. 50 dargestellt wird. Die Quetschhahn-Bürette besteht aus einem cylindrischen Glasrohre, auf dessen äußerer Oberfläche eine Theilung eingeätzt ist, welche je nach dem Durchmesser des Rohres ganzen oder Zehntel CC entspricht; unten ist die Bürette verengert und steht durch ein Kautschukröhrchen mit einem Glasrohre in Verbindung, welches zu einer feinen Spitze ausgezogen ist. Durch den Druck der am Quetschhahne vorhandenen Feder wird das Kautschukrohr geschlossen, es kann keine Flüssigkeit aus der Bürette ablaufen; drückt man mit Daumen und Zeigefinger auf die Plättchen des Quetschhahnes, so fließt je nach der Stärke des Druckes die in der Bürette enthaltene Flüssigkeit entweder im vollen Strahle oder auch blos Tropfen für Tropfen ab.

Die Normal-Aetzkali- oder Aetznatronlösung wird dargestellt, indem man genau 56,1 gr reines Aetzkali oder 40 gr reines Aetznatron in 1 Liter Wasser löst und vermag 1 ccm dieser Normal-Laugen genau 0,09 gr Milchsäure oder 0,06 gr Essigsäure oder 0,49 gr Schwefelsäure zu neutralisiren. Nachdem die Mengen von Normallauge, welche man für eine Bestimmung benöthigt, sehr geringe sind und hierdurch, namentlich durch denjenigen, welcher in der Ausführung von derlei Arbeiten nicht sehr geübt ist, leicht fehlerhafte Resultate gefunden werden, ist es angezeigt, sich der sogenannten Zehntel-Normal-Aetzlaugen zu bedienen. Man erhält diese, indem man 1 Liter der Normallauge mit 9 Liter destillirtem Wasser mischt, und ist 1 CCm der Zehntel-Normallösungen dann gleich 0,009 gr Milchsäure oder 0,006 gr Essigsäure oder 0,049 gr Schwefelsäure.

Um mittelst dieses Apparates die Säure in Hefe oder Maische zu bestimmen, schlägt man folgenden Weg ein:

Mittelst der in Fig. 49 abgebildeten Pipette von 10 oder 20 ccm Rauminhalt mißt man genau 20 ccm der zu prüfenden Flüssigkeit ab, bringt dieselbe in ein Becherglas und fügt ihr 5 CC einer Lakmuslösung zu, welche man durch Auflösen von Lakmus in Wasser bereitet und mit so viel Salzsäure versetzt hat, daß die

Fig. 49. Fig. 50.

Quetschhahn-Bürette.

Flüssigkeit in dünnen Schichten deutlich violett erscheint, durch einen Tropfen zugefügter Normalalkalilösung zu 5 CC der Lakmus-Tinctur die Farbe sogleich in Blau umschlägt, indeß sie durch eine Spur Säure sogleich in entschiedenes Roth übergeht. Lakmus-Tinctur von dieser Beschaffenheit ist der beste Wächter oder Indicator beim Titriren von saueren Flüssigkeiten und ist es zweckmäßig, sich einige Liter dieser Flüssigkeit darzustellen, welche man durch Zugabe einiger

Tropfen Carbolsäure vor Schimmelwucherung bewahren kann; man hat auf diese Weise für mehrere hundert Säurebestimmungen immer einen Indicator von denselben Eigenschaften.

Die zu prüfende Flüssigkeit färbt sich beim Zusammenbringen mit der Lakmus-Tinctur roth und wird das Glas, in welchem sie sich befindet, auf einer weißen Unterlage und unter das Röhrchen der bis zum obersten Theilstriche mit Zehntel-Normal-Lauge gefüllte Bürette gestellt.

Durch Drücken auf die Plättchen des Quetschhahnes läßt man nun Zehntel-Normallauge in das Glas fließen und rührt, nachdem sich beim Umschütteln der Flüssigkeit durch Schwenken des Glases erstere schon violett zu färben beginnt, mit einem Glasstabe um, fügt dann abermals Lauge zu, rührt wieder und fährt so mit abwechselnder Zugabe von Lauge und Rühren fort, bis die Flüssigkeit rein violett geworden, somit die Säure vollkommen neutralisirt ist. Die Menge der verbrauchten CC Zehntel-Normal-Lauge wird dann notirt. (Um sich zu überzeugen, daß wirklich der Neutralitätspunkt erreicht sei, ist es Anfängern zu empfehlen, nachträglich noch einen Tropfen Lauge in die Flüssigkeit fallen zu lassen; war dieselbe wirklich neutral, so schlägt die Farbe derselben sofort in reines Blau um.)

Da die zu titrirenden Flüssigkeiten gelb sind und mit der Lakmustinctur eine mehr oder weniger unbestimmte Färbung geben, so ziehen es manche vor, an Stelle der Lakmus-Tinctur Lakmus-Papier anzuwenden. Man stellt auch dieses zweckmäßig in größeren Mengen dar, indem man Schreibpapier mit der Tinctur tränkt und trocknet.

Um auf diese Weise die Bestimmung vorzunehmen, wendet man zum Rühren einen Glasstab an, welcher zu einer stumpfen Spitze ausgezogen ist, taucht denselben vor Beginn des Titrirens in die Flüssigkeit und betupft damit eine Stelle auf einem Streifen Lakmuspapier, dieselbe wird roth gefärbt; die nachfolgenden Proben zeigen ein immer blasseres Roth, der Neutralitätspunkt aber dieselbe Farbe wie das mit reinem Wasser betupfte Lakmuspapier — beim Ueberschreiten desselben bringt die nächste Probe sogleich eine deutlich blaue Färbung hervor.

Wir sind nicht im Stande anzugeben, welche Art der Probenahme mit Lakmus die genauere sei, es kommt hierbei viel auf die Empfindlichkeit des Auges für geringe Farbenunterschiede und auf die Gewöhnung an: wer viele Bestimmungen nach der einen oder anderen Methode ausgeführt hat, wird nach jeder richtig zu arbeiten im Stande sein.

Beispiel:

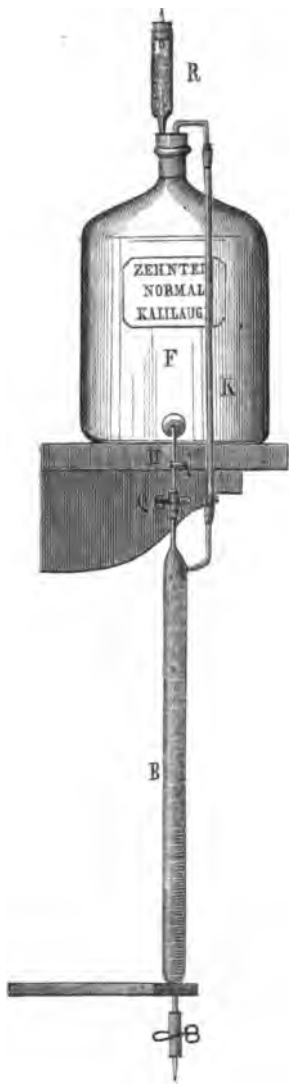
Man hat auf 20 CC Flüssigkeit genau 9,8 CC Zehntel-Normal-Lauge verbraucht und enthalten diese 20 CC daher $9{,}8 \times 0{,}009$ gr Milchsäure oder 0,0882 gr. Milchsäure.

Ein Liter oder 1000 CCm der Flüssigkeit enthalten somit $50 \times 0{,}0882$ gr Milchsäure oder 4,41 gr Milchsäure oder 0,441 Percent.

Fünf CCm. Zehntel-Normallauge entsprechen nahezu 1 Grad Säure nach den Angaben des Lüdersdorffer'schen Oxymeters; die Flüssigkeit zeigt daher beiläufig 2 Grad Lüdersdorff.

Das oftmalige Nachfüllen der Lauge in die Bürette ist mit Unbequemlichkeiten verbunden und ist es offenbar von Werth, dem Titrirapparate eine solche Einrichtung zu geben, daß derselbe für mehrere hundert Bestimmungen benutzt werden kann, ohne daß man Lauge nachfüllen muß oder irgend etwas an dem Apparate zu richten hat. Fig. 51 zeigt die Einrichtung eines Titrirapparates, welcher der Bequemlichkeit seiner Handhabung allgemein zu empfehlen ist.

Fig. 51.



Titrirappaart.

Die Normallauge befindet sich in der 10 bis 12 Liter fassenden Flasche F, welche zwei Hälse besitzt; in den untern Hals ist ein durchbohrter Kork eingesetzt, in den ein rechtwinklig gebogenes und durch einen Hahn H sperrbares Glasrohr eingeschraubt ist. An diesem Rohr befindet sich ein kurzes Stück eines Kautschukschlauches, welches durch einen Quetschhahn Q abgeschlossen ist und mit der Bürette B in Verbindung steht. Von dem an der Seite der Bürette angebrachten Rohre geht ein dünner Kautschukschlauch R zu einem Glasröhrchen, welches im oberen Halse der Flasche F in einen Kork eingesetzt ist; in einer zweiten Bohrung des Korkes steckt ein rechtwinklig gebogenes Röhrchen, diesem Röhrchen ist ein anderes R von größerem Durchmesser angefügt, welches zwischen zwei Baumwollpfropfen einige Stücke Aetzkalk enthält. Füllt man in die Flasche F Normalkalilauge und öffnet den Hahn H, so kann man durch Drücken an dem Quetschhahne G genau so viel Flüssigkeit abfließen lassen, als man will, somit die an dem Gestelle des Apparates vollkommen vertical befestigte Bürette bis zum Nullpunkt füllen — die in der Bürette enthaltene Luft entweicht durch das seitliche Ansatzrohr und den Kautschukschlauch nach der Flasche F. In dem Maße, als in letzterer die Flüssigkeit weniger wird, muß Luft von außen zutreten. Dies kann aber nur geschehen, wenn die Luft durch das Rohr R eindringt und durch die Stücke von Aetzkalk, mit welchem dieses Rohr gefüllt ist, von Kohlensäure befreit wird, so daß die in der Flasche enthaltene Lauge immer nur mit von Kohlensäure freier Luft in Berührung kommt und stets vollständig ätzend bleibt. (Die

in Hefe und Maische vorkommenden Säuren treiben zwar auch aus kohlensauren Salzen die Säure mit Leichtigkeit aus, zur Erlangung genauer Resultate ist es jedoch immer zweckmäßiger, sich vollkommen kohlensäure freier Laugen zu bedienen.)

An diesem Apparate kann nichts verderben, als die Kautschukschläuche; um jenen zu ersetzen, an welchem sich der Quetschhahn Q befindet, braucht man nur zeitweilig den Hahn H zu schließen und den Quetschhahn auf eine neue Kautschukröhre zu bringen, welche dann in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise mit der Flasche und der Bürette verbunden wird. Sollte der Kautschukschlauch K schadhaft werden, so wird er einfach gegen einen andern ausgewechselt.

Die Titrirvorrichtung wird am zweckmäßigsten an einem hellen Orte, an welchem sie zugleich gegen das Zerbrechen geschützt ist, über einem Tische aufgestellt, auf welchem auch die nothwendigen Geräthschaften, Pipetten, Lakmuspapier u. s. w. ihre Stelle finden.

Man bedarf für eine Säurebestimmung im Durchschnitte 20 bis 25 CC Zehntel-Normal-Lauge; es wird somit der Inhalt der Flasche F, wenn dieselbe 10 Liter faßt, für 400 Säurebestimmungen ausreichen, ohne daß man an dem Apparate etwas anderes zu thun hätte, als die entsprechenden Mengen von Lauge abfließen zu lassen. . . . Ueber die Untersuchung der Hefe in Hinsicht auf ihren Gehalt an Zucker und Dextrin gilt genau dasjenige, was wir über die Bestimmung dieser Körper in den Maischen angeführt haben — wir können uns daher auf das dort Gesagte beziehen.

Die Untersuchung der Hefe auf ihre vergährend wirkende Kraft.

Von zwei Hefen wird diejenige für den Spiritusfabrikanten die werthvollere sein, welche unter denselben Verhältnissen eine größere Menge von gährungsfähigen Körpern in Alkohol verwandelt und hängt diese Fähigkeit eng mit jenen Verhältnissen zusammen, welche man als das Befinden der Hefe bezeichnen könnte und welche an früherer Stelle besprochen wurden; je günstiger die Verhältnisse für das Wachsthum der Hefe liegen, desto rascher wird sie sich vermehren und desto mehr Alkohol wird in derselben Zeit gebildet werden.

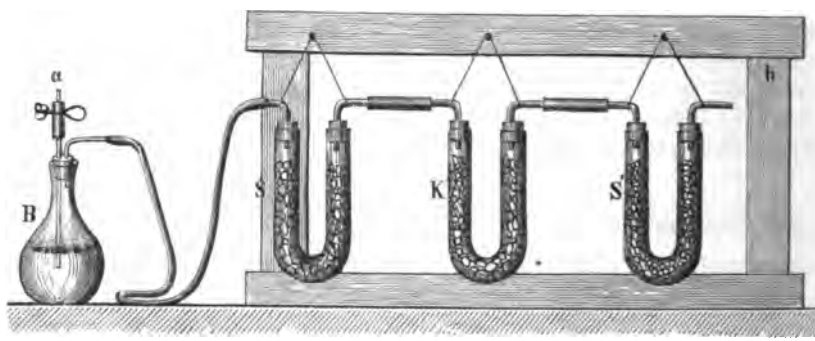
Für denjenigen, welcher in Arbeiten mit dem Mikroskope wohl geübt ist und sich viel mit der mikroskopischen Untersuchung von Hefe beschäftigt hat, genügt meistens schon das Aussehen der Hefe, um zu einem Urtheil über den Werth derselben zu gelangen; es ist aber für den Praktiker gewiß auch werthvoll, die vergährend wirkende Kraft der Hefe nach Zahlen vergleichen zu können und kann hierzu der in Fig. 52 abgebildete Apparat dienen.

Derselbe besteht aus einem Glasballon B, welcher etwa ¼ Liter faßt und durch einen zweimal durchbohrten Kork geschlossen ist; in der einen Bohrung steckt ein durch einen Quetschhahn geschlossenes Röhrchen a, welches bis unter den Spiegel der Flüssigkeit reicht, wenn der Kolben 200 CCm Flüssigkeit enthält, in der anderen ein rechtwinklig gebogenes Rohr, das mit einer Uförmigen

Röhre S verbunden ist, welche Bimssteinstücke enthält, die mit Schwefelsäure getränkt sind; dieses Rohr ist durch ein zu einer feinen Spitze ausgezogenes Glasröhrchen mit einem gleichgeformten K verbunden, welches Bimsstein enthält, der mit concentrirter Kalilauge getränkt wurde, an dieses Rohr wird das Rohr S' gefügt, welches dieselbe Beschaffenheit hat, wie S.

Man bringt in den Ballon B 200 CC gewöhnliche Maische, fügt genau 5 CC von der zu prüfenden Hefe zu, wiegt das Rohr K genau ab (die Untersuchung kann nur ausgeführt werden, wenn man in Besitz einer Wage ist, welche mindestens auf 1 mgr genau zeigt), setzt den Apparat in der aus der Abbildung ersichtlichen Weise zusammen und läßt die Gährung vor sich gehen. Ist dieselbe schon stark in Abnahme, so erhitzt man den Ballon B durch eine untergesetzte Weingeistlampe, bis die Flüssigkeit eben aufkocht, läßt erkalten, öffnet dann den Quetschhahn an a, saugt an dem offenen Ende des Rohres S' (bei b) während einer Minute Luft durch den Apparat und bestimmt dann wieder Gewicht des Rohres K.

Fig. 52.



Apparat zur Bestimmung der vergährenden Kraft der Hefe.

Die Kohlensäure, welche sich während der Gährung entwickelt, reißt Wasserdampf aus der Flüssigkeit mit sich fort und wird dieser durch die Schwefelsäure in dem Rohre S zurückgehalten, indeß die Kohlensäure von der Kalilauge in K zurückgehalten wird. Durch das Erhitzen der Flüssigkeit bis zum Kochen wird alle in ihr gelöste Kohlensäure ausgetrieben und durch das Ansaugen von Luft durch b nach dem Kaliapparat gebracht. Die Gewichtszunahme des Rohres K zeigt die Menge der Kohlensäure an, die während der Zeit, durch welche man die Gährung andauern ließ, gebildet wurde.

Wenn man mehrere Apparate von der eben beschriebenen Einrichtung zu gleicher Zeit aufstellt und mit derselben Maische, aber verschiedenen Hefen beschickt, so wird jene Hefe offenbar die kräftigste sein, welche in derselben Zeit die größte Menge von Kohlensäure geliefert oder mit anderen Worten die größte Menge Zucker vergährt hat.

Nach der Pasteur'schen Gährungsgleichung*) liefern 100 Theile Zucker 46,60 Theile Kohlensäure und 48,40 Theile Alkohol, man kann daher leicht die Menge des vergohrenen Zuckers aus dem Gewichte der Kohlensäure berechnen. Hat man vor dem Versuche die Saccharometeranzeige der Maische festgestellt, und läßt den Apparat so lange stehen, bis die Gährung vollständig verlaufen ist, so kann man aus der Menge der entwickelten Kohlensäure auch einen Schluß auf die Alkoholausbeute ziehen, welche die mit der betreffenden Hefe gestellte Maische in Großem ergeben wird. — Der Hauptwerth der eben beschriebenen Prüfungsmethode liegt aber darin, daß sich unter Anwendung derselben die vergährend wirkende Kraft einer Hefe am sichersten bestimmen läßt.

Die Zählung der Hefezellen.

Wir haben schon an früherer Stelle hervorgehoben, daß man durch die Zählung der Hefezellen, welche in einer bestimmten Menge von Hefe enthalten sind, ein Mittel an der Hand hat, jenes Verhältniß zwischen dem zu vergährenden Materiale und der Hefe herzustellen, bei welchem die Ausbeute an Alkohol am größten ist und kann die Hefezählung ausführen, wenn man ein Mikroskop von 500maliger Vergrößerung und eine sogenannte Hefemeßkammer zur Verfügung hat. Letztere, dem Hämatometer nachgebildet, wurde schon in Bezug auf ihre Einrichtung auf Seite 94 beschrieben.

Bei der Zählung der Hefezellen kann man nur dann zu einem sicheren Resultate kommen, wenn die auf dem Boden der Meßkammer liegenden Zellen blos nebeneinander und nicht übereinander liegen. Die gewöhnliche Hefe enthält nun so viele Hefezellen, daß man sie in entsprechender Weise verdünnen muß, um dies zu erreichen. Man fügt daher zu einem genau abgemessenen Hefequantum nach Erforderniß das 10—20—30fache u. s. w. ihres Volumens an Wasser, schüttelt stark durch, um die Hefezellen gleichmäßig in der ganzen Flüssigkeit zu vertheilen und nimmt dann die Zählung der Zellen vor. Bei Berechnung der in einem bestimmten Hefequantum enthaltenen Zahl von Zellen muß dann die Verdünnung der zur Zählung verwendeten Hefe selbstverständlich in Betracht gezogen werden.

Ebenso, wie das Verhältniß zwischen Alkoholferment und vergährbarer Substanz für die Alkoholausbeute maßgebend ist, wird die Menge des Milchsäurefermentes hierauf von Einfluß sein und wird man durch Zählung der Individuen von Milchsäureferment auch dahin gelangen können, im Vorhinein beiläufig fest zu stellen, wie viel Milchsäure diese Hefe produciren kann. Nachdem wir gegenwärtig schon in der Salzsäure einen Körper kennen gelernt haben, welcher die Milchsäure zu ersetzen vermag, so läßt sich erwarten, daß die Milchsäure und das diese Säure producirende Ferment aus der Praxis der Spiritusfabrikation ver-

*) Vergleiche Bd. I. dieses Werkes: Die Hefe und Gährungs-Erscheinungen Seite 244 und Seite 95 dieses Werkes.

bannt werden wird und hat dann die Zählung der Zellen des Milchsäureferm entes keine praktische Bedeutung mehr.

Die mikroskopische Prüfung der Hefe.

Für denjenigen, welcher ein gutes Mikroskop besitzt, das eine bis zu 500-male linear gehende Vergrößerung der Objecte zuläßt, und welcher sich außerdem die nöthige Uebung im Arbeiten mit dem Mikroskope angeeignet hat, liefert die Untersuchung der Hefe auf diesem Wege mehrere wichtige Aufschlüsse, die zu Fingerzeigen dafür werden können, wie sich eine solche Hefe während der Gährung verhalten wird. Die Wahrnehmungen, welche man bei der mikroskopischen Untersuchung der Hefe machen kann, beziehen sich entweder auf den Zustand des Alkoholfermentes selbst oder auf andere neben diesem vorhandene Fermente.

Wie schon an früherer Stelle angeführt wurde, kann der Fall vorkommen, daß Hefe, welche fortwährend aus einer Gährung in die andere übertragen wird, in Folge des Fehlens an freiem Sauerstoff, dessen sie nicht für immer entrathen kann, gewissermaßen altersschwach wird, und immer schlechtere Gährung ergiebt, ja sogar schließlich gar keinen Gähreffect veranlassen kann. Indem wir uns hierbei auf die in Fig. 40 und 41 auf Seite 92 und 93 gegebenen Abbildungen beziehen, führen wir hier als Merkmale gesunder kräftiger Hefe an, daß die Zellen groß sind, sehr durchsichtig erscheinen, wenig Hohlräume besitzen und reichverzweigte Sproßverbände zeigen, indeß die schwach gewordene Hefe im Gegensatze eine bedeutende Zahl von Hohlräumen und dicke Membranen besitzt, in Folge dessen geringe Durchsichtigkeit zeigt und Sproßverbände entweder gar nicht oder nur mit einer geringen Zahl von Zellen sichtbar sind.

Nimmt man bei der mikroskopischen Prüfung einer Hefe die letztangegebenen Merkmale wahr, und dieselben sind für denjenigen, welcher schon oft gesunde kräftige Hefe unter dem Mikroskope gesehen hat, nicht schwierig zu erkennen, so sind sie auch schon hinreichend, um zum Wechsel der Hefe oder zur Kräftigung der letzteren durch Zufuhr von Sauerstoff zu veranlassen. Unterwirft man Hefe, deren Aussehen auf das Schwachwerden hinweist, der Prüfung auf die vergährendwirkende Kraft, so zeigt es sich, daß die Gährung träge verläuft, in einer gewissen Zeit viel weniger Alkohol gebildet wird, als kräftige Hefe zu bilden vermag und daß die Menge der fremden Fermente in solcher Hefe eine bedeutende Vermehrung erfährt: gesunde kräftige Hefe drängt die Vermehrung der fremden Fermente zurück, indeß die schwach gewordene den fremden Fermenten kein so mächtiges Hemmniß zu bereiten im Stande ist.

Auch mit Bezug auf die Gegenwart fremder Fermente giebt das Mikroskop werthvolle Aufschlüsse. Milchsäureferment läßt sich in jeder Spiritushefe nachweisen und ist die Anwesenheit dieses Fermentes daher nicht als „Verunreinigung" der Hefe aufzufassen. Von Wichtigkeit ist aber der Nachweis anderer Fermente. Erkennt man in einer Hefe jene Organismen, welche Buttersäuregährung hervorrufen, so wird solche Hefe nicht mehr zur Vergährung von Maischen ge-

eignet erscheinen, indem bekanntlich schon verhältnißmäßig sehr geringe Mengen von Buttersäure hinreichen, um die vergährend wirkende Kraft des Alkoholfermentes sehr zu beeinträchtigen.

Findet man in einer Hefe ansehnliche Mengen jener Fermente, welche man als Spaltpilze bezeichnet, so kann man hieraus nach dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens wohl keinen anderen Schluß ziehen, als den, daß die Hefe nicht in dem Sinne rein sei, wie der Spiritusfabrikant die Reinheit auffaßt, d. h. daß die Hefe blos aus Alkohol- und Milchsäureferment besteht . . Nach der sehr energischen Fermentwirkung, welche den Spaltpilzen zukommt, zu schließen, erscheint es uns nicht unwahrscheinlich, daß Hefe, welche eine große Menge derselben beherbergt, nicht von jener Beschaffenheit sei, in welcher sie den günstigsten Gähreffect hervorzubringen vermag. Es wird daher angezeigt erscheinen, solche Hefe auf ihre vergährend wirkende Kraft zu prüfen.

IX. Die Alkoholbestimmung oder die Alkoholometrie.

Durch die Ermittelung der Menge von wasserfreiem Alkohol, welche sich in einem gewissen Quantum vergohrener Maische vorfindet, läßt sich am genauesten eine Ausbeuteberechnung anstellen und zugleich auch der Gang der gesammten Arbeit controliren, wenn man vor der Gährung die Menge der gährungsfähigen Substanz (Maltose und Dextrin zusammen) genau bestimmt hat. Neben dieser für den Betrieb wichtigen Bestimmung hat aber die Messung der in einer gegebenen Flüssigkeitsmenge enthaltenen Quantität von Alkohol für die Besteuerung der Spiritusfabrikation und für den Handel die größte Wichtigkeit.

Jene Flüssigkeit, welche im Handel unter dem Namen Weingeist, Spiritus oder Alkohol vorkommt, ist bekanntlich nicht „Alkohol" im Sinne des Chemikers, sondern ein Gemisch aus Alkohol und Wasser. Nachdem nur der Alkohol allein bezahlt wird, war es nothwendig, nach Methoden zu suchen, durch deren Anwendung man im Stande ist, die Menge von Alkohol, welche im „Spiritus" des Handels enthalten ist, schnell und genau zu bestimmen. Wir kennen neben den Spiritus kein zweites im Handel vorkommendes chemisches Product, auf welches so viel wissenschaftliche Arbeit verwendet worden wäre, um dasselbe nach einem einfachen Verfahren genau quantitativ bestimmen zu können. Seit dem Erscheinen der diesbezüglichen Untersuchungen Gilpin's 1790 und 1794 haben sich hervorragende Gelehrte mit der Prüfung der von diesem aufgestellten Zahlen und mit neuen Arbeiten über Alkoholometrie beschäftigt und haben in Folge dessen die Zahlenangaben, welche bezüglich des specifischen Gewichtes von Gemischen aus Alkohol und Wasser, des Einflusses der Temperatur auf das specifische Gewicht der Mischung u. s. w. vorliegen, einen so hohen Grad von Genauigkeit erlangt, daß sie für die Handelsverhältnisse vollkommen ausreichend sind.

Wir kennen mehrere Methoden, um den Alkoholgehalt einer Flüssigkeit zu bestimmen; die am häufigsten angewendeten ist jene, welche sich auf die That-

sache gründet, daß das specifische Gewicht einer Mischung aus Alkohol und Wasser so geringer ist, je mehr Alkohol in derselben enthalten ist, und beziehen sich die um oben erwähnten zahlreichen Arbeiten über Alkoholometrie sämmtlich auf die Feststellung der specifischen Gewichte von Mischungen aus Wasser und Alkohol und die Aenderungen, welche diese specifischen Gewichte in Folge von Temperaturänderungen erleiden. Andere, nicht in die Praxis übergegangene Methoden, gründen sich darauf, daß sich Gemische aus Alkohol und Wasser beim Erwärmen nach bestimmten Gesetzen ausdehnen (dilatometrische Methode von Silbermann), daß Flüssigkeiten, welche verschiedene Mengen von Wasser und Alkohol enthalten, auch Dämpfe von verschiedener Spannkraft entwickeln (Geißler's Vaporimeter, Pohl's Ebullioskop u. s. w.).

Das specifische Gewicht der Gemische aus Alkohol und Wasser wird mittelst der Wage, oder häufiger, weil einfacher mittelst passend construirter Araeometer bestimmt; sind letztere so eingerichtet, daß sie unmittelbar anzeigen, wie viele Percente Alkohol in der untersuchten Flüssigkeit enthalten sind, so bezeichnet man sie direct als Alkoholometer oder Alkoholmesser.

Man hat die Alkoholometer nach zwei verschiedenen Principien construirt und zwar giebt es Alkoholometer welche anzeigen, wie viele Volumen Alkohol in 100 Volumen Flüssigkeit enthalten sind (Volums-Alkoholometer oder Volumeter), und solche, welche angeben, wie viele Gewichtstheile Alkohol sich in 100 Gewichtstheilen Flüssigkeit vorfinden (Gewichts-Alkoholometer). Beide Arten von Instrumenten geben genaue Angaben — zur Zeit sind die Volumeter noch jene, welche häufiger im Gebrauche stehen, obwohl es aus verschiedenen Gründen sehr wünschenswerth erscheint, den Alkoholgehalt einer Flüssigkeit stets nach Gewichtspercenten zu bestimmen.

Die Einrichtung des Alkoholometers unterscheidet sich der Hauptsache nach in nichts von jener anderer Araeometer, die zur Untersuchung von Flüssigkeiten dienen, welche ein geringeres specifisches Gewicht als Wasser haben. Das Alkoholometer besteht aus einem unten beschwerten gläsernen Schwimmkörper, auf dem ein enges Glasrohr, die Spindel sitzt, in welches die Scala eingeschlossen ist; da das Wasser ein größeres specifisches Gewicht besitzt, als Gemische aus Wasser und Alkohol, so liegt der Nullpunkt am unteren Ende der Scala und sinkt das Instrument in einem Weingeiste um so tiefer ein, je mehr Alkohol in demselben enthalten ist. Für besonders genaue Bestimmungen hat man auch Sortimente von Alkoholometern construirt, bei welchen durch ein Instrument immer nur Alkoholstärken abgelesen werden können, die innerhalb gewisser Grenzen liegen, z. B. von 0 bis 10 pCt., von 10 bis 20 pCt. u. s. w. Der größere Abstand zweier Theilstriche an der Scala gestattet ein sehr genaues Ablesen des Theilstriches, bis zu welchem das Instrument einsinkt. Um aber Spiritus von jedem denkbaren Alkoholgehalt mit Hülfe dieser genauen Instrumente zu untersuchen, benöthigt man eine größere Zahl von Alkoholometern, für den oben angegebenen Fall 10 Stück.

Da man sehr häufig Flüssigkeiten zu untersuchen hat, deren Alkoholgehalte geringe sind und wenig über 10 pCt. Alkohol hinausgehen, so empfiehlt es sich,

Fig. 53.

für die Angaben bis zu zehn Percent drei Alkoholometer anzuwenden, bei welchen die Theilung besonders groß ist und beim ersten von 0 bis 3½ pCt. umfaßt, wie dies auf dem in Fig. 53 abgebildeten Instrumente der Fall ist, indeß das zweite von 3½ bis 7 und das dritte Alkoholometer bis 10½ pCt. reicht. Ein sorgfältig gearbeitetes Sortiment solcher Alkoholometer ist zwar ziemlich kostspielig, leistet aber vorzügliche Dienste; trotz des hohen Preises ist daher die Anschaffung derartiger Instrumente jedem Praktiker zu empfehlen, indem er mit Hülfe derselben in kurzer Zeit verläßliche Resultate gewinnt.

Aehnlich wie bei dem Saccharometer bringt man im Schwimmkörper der Alkoholometer ein Thermometer an, indem es zur richtigen Bestimmung des Alkoholgehaltes der Flüssigkeit nothwendig ist, die Temperatur derselben genau zu kennen. Bei Handhabung dieser Instrumente sind dieselben Vorsichtsmaßregeln beim Einsenken und Ablesen zu beobachten, welche schon oben bei der Handhabung des Saccharometers besprochen wurden und überhaupt für jedes Araeometer gelten.

Die Bestimmung des Alkoholgehaltes vergohrener Maischen.

Um den Alkoholgehalt der vergohrenen Maischen auf directem Wege zu bestimmen, giebt es eigentlich nur ein zweckmäßiges Verfahren und besteht dieses darin, daß man die Maische der Destillation unterwirft und den Alkoholgehalt des Destillates entweder mittelst des Pyknometers oder mittelst des Alkoholometers b stimmt. Für denjenigen, welcher im Besitze einer genauen Wage ist, erscheint die erstgenannte Methode empfehlenswerth; man braucht in diesem Falle nur eine kleine Menge der vergohrenen Maische der Destillation zu unterwerfen und ermöglicht dies eine schnelle Vornahme der ganzen Arbeit.

Die Bestimmung des Alkoholgehaltes einer Flüssigkeit mit Hülfe des Pyknometers gründet sich darauf, daß eine Flüssigkeit, deren Volumen dem einer anderen (Wasser) gleich ist, ein um so geringeres Gewicht besitzt, je mehr Alkohol sie enthält und kann man aus dem Verhältnisse der Gewichte beider Flüssigkeiten ermitteln, wie groß der Percentgehalt an Alkohol ist.

Das Pyknometer, Fig. 54, besteht aus einem Glasgefäße, deren Rauminhalt 30 bis 100 CC beträgt; in den Hals dieses Gefäßes ist ein hohler Glasstöpsel eingeschliffen, welcher in ein Glasrohr mit sehr enger Höhlung (Thermometerröhre) ausläuft. Füllt man das Gefäß bis nahe zum Rande mit Flüssigkeit,

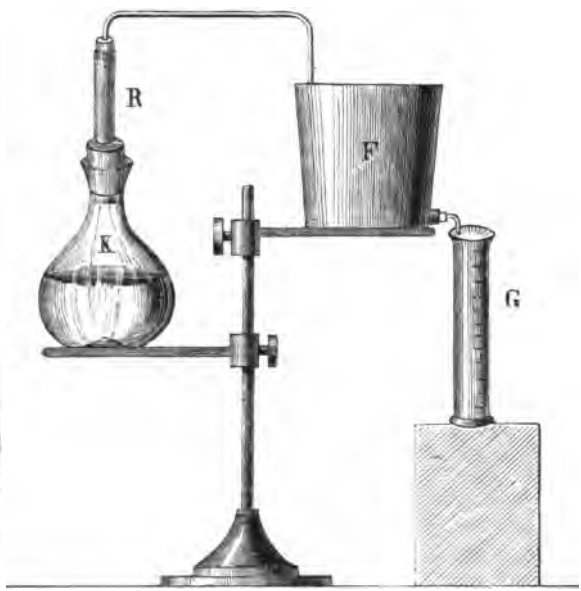
setzt dann langsam den Stöpsel auf, so daß ein Flüssigkeitstropfen am oberen Ende der engen Röhre hervortritt, so ist das ganze Instrument gefüllt und enthält dann bei jeder nächsten Füllung das nämliche Volumen Flüssigkeit. Wenn man ein Pyknometer in Verwendung nimmt, bestimmt man ein für alle Male mit der größten Genauigkeit und bei einer bestimmten Temperatur (Normaltemperatur, für welche die Alkoholtafeln berechnet sind) das Gewicht des mit destillirtem Wasser gefüllten Gefäßes; von der Richtigkeit dieser ersten Bestimmungen hängt die Richtung aller künftig zu machenden Alkoholbestimmungen ab.

Zur Destillation der kleinen Maischemengen, welche man braucht, um die nöthige Weingeistmenge zu erhalten, läßt sich folgender Apparat sehr zweckmäßig benutzen

Fig. 54.

Pyknometer.

Fig. 55.



Kleiner Probe-Destillir-Apparat.

(Fig. 55). Ein Kochkolben K von 300 CC Inhalt ist durch einen Kork geschlossen in welchem ein Glasrohr R von 15 cm Länge und 15 mm Durchmesser sitzt; dieses Rohr steht mit einem kleinen Kühlfasse F, welches auf einem passenden Gestell angebracht ist, in Verbindung. Die Mündung des Kühlrohres ist etwas nach der Seite gebogen und befindet sich über einem Glascylinder G, welcher bis zur Marke genau 100 CC faßt. Man füllt diesen Cylinder genau bis zur Marke mit der vergohrenen und auf die Temperatur, bei welcher die Wägung des Pyknometers vorgenommen werden soll, abgekühlten Maische, bringt den Inhalt des Cylinders in den Kochkolben, spült den Cylinder mit 50—60 cc Wasser aus und fügt diese Flüssigkeit der im Kolben befindlichen Maische zu.

Die Erwärmung des Kochkolbens findet mittelst einer Weingeistlampe statt und muß man Anfangs sehr vorsichtig erwärmen, indem die Maische sehr stark schäumt und durch das Entweichen der gelösten Kohlensäure Tröpfchen der Flüssigkeit mitgerissen werden und in das Destillat gelangen könnten. Das Rohr R hat den Zweck, die empor gerissenen Tröpfchen aufzufangen und in den Kochkolben zurückfallen zu lassen. Man setzt die Destillation so lange fort, bis 60—70 CC Flüssigkeit in dem Cylinder G enthalten sind, füllt denselben dann ganz genau bis zur Marke mit destillirtem Wasser und hat nun eine blos aus Alkohol und Wasser bestehende Flüssigkeit, deren Alkoholgehalt genau gleich mit jenem der untersuchten Maische ist. Es sei bemerkt, daß die Flüssigkeit bei der Normaltemperatur 100 CC ausmachen muß. Man füllt nunmehr das Pyknometer in der vorangegebenen Weise mit der Flüssigkeit, bestimmt das Gewicht und berechnet das specifische Gewicht des Weingeistes, indem man das Gewicht des mit Weingeist gefüllten Pyknometers durch das Gewicht des mit Wasser gefüllten Pyknometers dividirt; die sich ergebende Zahl wird in der Tabelle No. VII aufgesucht und giebt die in der neb nstehenden Colonne in derselben Zeile enthaltene Zahl den Alkoholgehalt der untersuchten Maische in Gewichtspercenten an.

Beispiel.

Gewicht des mit Wasser gefüllten Pyknometers bei $15^{5}/_{9}$° C. = 127,4680

„ „ „ Weingeist „ „ „ „ = 126,2800

126,2800 : 127,4680 = 0,9906 = specifisches Gewicht des Alkoholes

und entspricht diesem in Tabelle VII die Zahl 5,39. Die untersuchte Maische enthielt 5,39 Gewichtspercente Alkohol.

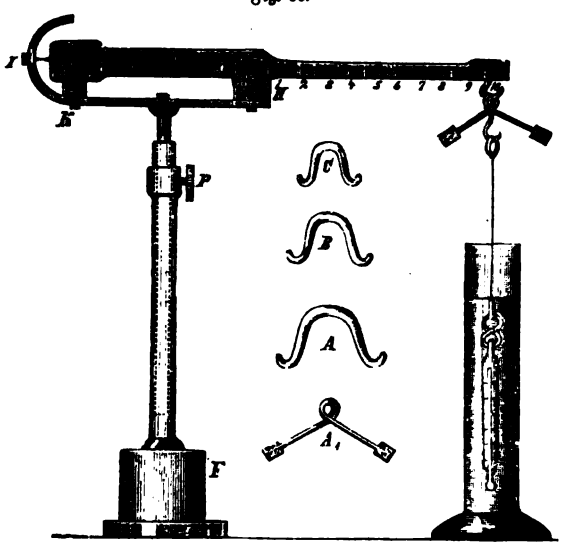
Mohr hat eine Wage construirt, welche gestattet, ganz kleine Mengen von Flüssigkeit auf ihr specifisches Gewicht zu untersuchen, und hat Westphal in Celle diesem Instrumente eine solche Einrichtung gegeben, daß es ungemein leicht gehandhabt werden kann. Die Einrichtnng dieses Instrumentes (Fig. 56) ist folgende: Auf einem metallenen Fuße F steht ein Rohr, in welchem sich mittelst der Schraube P ein Metallstab, der einem ungleicharmigen Hebel als Träger dient, in beliebiger Höhe feststellen läßt. Dieser Hebel, welcher seinen Drehpunkt in H besitzt, trägt eine Spitze, die mit dem Nullpunkte, welcher an der Stange I markirt ist, zusammentreffen muß, wenn die Wage im Gleichgewicht steht. Das Metallstück K verhindert das Ausheben des Wagebalkens aus seinem Lager; der Hebelarm rechts vom Drehpunkte ist in 10 gleiche Theile getheilt. Am Ende dieses Wagebalkens hängt an einem feinen Platindrahte ein kleines Thermometer und ist das Gewicht des linken Wagebalkens so gestellt, daß die Wage in diesem Zustande einspielt, die Spitze bei I muß mit der Marke zusammenfallen; dies findet aber nur dann statt, wenn der Wagebalken horizontal steht. Vor Beginn der Arbeit muß daher das Instrument stets durch drei an seiner Basis angebrachte Stellschrauben horizontal gestellt werden.

Wenn das Thermometer in Wasser getaucht wird, findet selbstverständlich eine Störung des Gleichgewichtes statt und kann man das Gleichgewicht durch Anhängen des Reitergewichtes A an den Wagebalken wieder herstellen. Die Bestimmung

des specifischen Gewichtes der zu untersuchenden Flüssigkeit geschieht mittelst der drei Reitergewichte A B C. Die Gewichte A und A_1 sind gleich schwer, das Gewicht B ist $^1/_{10}$ von A, das Gewicht C ist $^1/_{100}$ von A. Durch Aufsetzen der Gewichte A B C auf den Wagebalken, bis die Spitze bei I einspielt, erhält man unmittelbar das specifische Gewicht der untersuchten Flüssigkeit bis zur dritten Decimalstelle, und wäre es bei entsprechend feiner Construction des Apparates auch möglich, die Bestimmung bis auf vier Decimalen genau auszuführen.

Das Princip, nach welchem diese Senkwage construirt wurde, ist das bekannte archimedische Gesetz: der in die Flüssigkeit getauchte Körper verliert scheinbar so viel an Gewicht, als das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit beträgt. Das Thermometer, welches als Senkkörper dient, muß daher in Spiritus getaucht um so

Fig. 56.



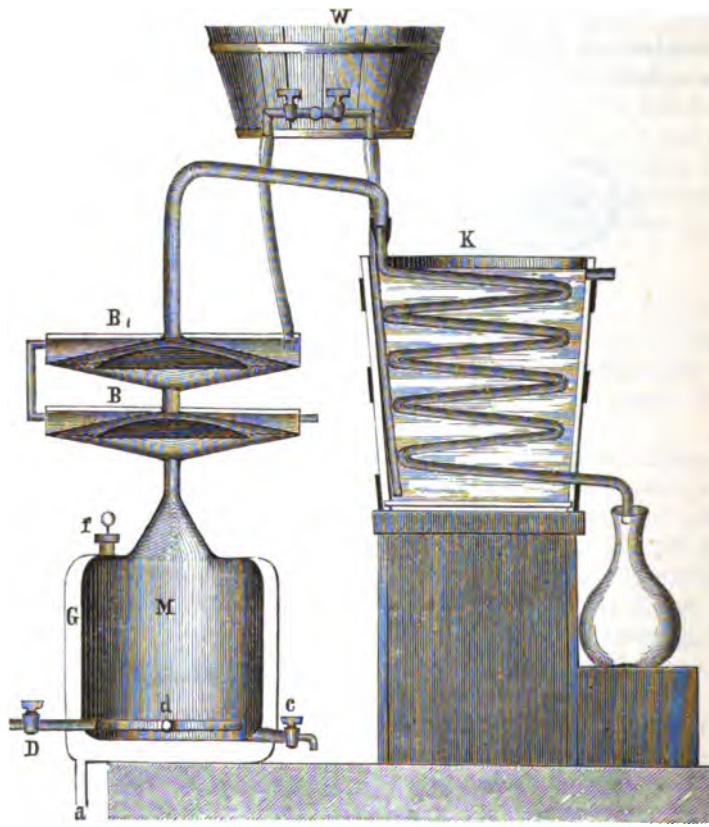
Westphal's Wage.

weniger an Gewicht verlieren, je größer der Alkoholgehalt desselben ist. Dieses Instrument läßt sich auch zur Untersuchung von Flüssigkeiten anwenden, deren specifisches Gewicht größer ist als das des Wassers, z. B. von filtrirter Maische; die Bestimmung erfolgt in derselben Weise, wie eben beschrieben, nur mit dem Unterschiede, daß man vor dem Einsenken des Thermometers in die zu untersuchende Flüssigkeit das Gewicht A_1 an den beim Theilstriche 10 angebrachten Haken hängt.

Wenn die Bestimmung des Alkoholgehaltes vergohrener Maischen mittelst des Alkoholometers vorgenommen werden soll, wie dies ja am häufigsten in der

Praxis geschieht, so muß man eine etwas größere Menge von Maische, etwa 1 Liter, abdestilliren, um jenes Quantum von Flüssigkeit zu erhalten, welches nothwendig ist, um den Cylinder, in welchem das Alkoholometer schwimmen soll, zu füllen. Man kann sich in diesem Falle zwar auch eines gläsernen Apparates bedienen, welcher ganz so gebaut ist, wie der in Fig. 55 abgebildete, bei welchem aber der Fassungsraum des Kochkolbens 2½ bis 3 Liter betragen muß; seiner

Fig. 57.



Probe-Destillirapparat.

Gebrechlichkeit wegen ist aber dieser Apparat für die Praxis nicht besonders zu empfehlen und ist auch das Erhitzen etwas größerer Mengen von Maische über freiem Feuer wegen des starken Schäumens der Flüssigkeit mit Schwierigkeiten verbunden. Es erscheint daher zweckmäßiger, das Destillirgefäß in diesem Falle aus Blech anfertigen zu lassen und dasselbe in einem Wasserbade zu erhitzen.

Am zweckmäßigsten ist es, dem Destillirapparate eine solche Einrichtung zu geben, daß die Destillation unter Anwendung von Dampf erfolgt und zugleich ein Spiritus von höherem Percentgehalt gewonnen wird; letzteres hat den Vortheil, daß man bei der Prüfung mit dem Alkoholometer nicht unbedingt an die Normaltemperatur gebunden ist, indem für Flüssigkeiten mit höherem Alkoholgehalt Correctionstafeln für Temperaturen über und unter der Normaltemperatur vorhanden sind. Man verwendet in diesem Falle ein etwas größeres Maischequantum zur Destillation und kann dann leicht und mit großer Genauigkeit das Alkoholquantum bestimmen, welches in der untersuchten Flüssigkeit enthalten war und einen Schluß auf die Alkoholausbeute aus der gesammten Maische ziehen.

Ein Apparat, welcher diesem Zwecke entspricht, ist in Fig. 57 abgebildet. Derselbe besteht aus einem kupfernen Gefäße G, welches ein zweites M mit 8 Liter Fassungsraum umschließt. Ein Dampfrohr D tritt in das Gefäß M, ist daselbst zu einer Spirale gerollt und mündet bei d, so daß das Gefäß M auch allseitig von Dampf umgeben wird, der durch a nebst dem Condensationswasser entweichen kann. Das Rohr f dient zur Füllung des Gefäßes M, das Rohr c zur Entleerung desselben. Die beiden Pistorius'schen Becken B B, bewirken eine Rectification der Alkoholdämpfe, welche in dem Kühlfaße K zur Flüssigkeit verdichtet werden, die man in einer Flasche auffängt. Das Wassergefäß W dient zur Speisung der Pistorius'schen Becken und des Kühlfasses. Man wendet zur Füllung von M fünf Liter Maische an und regulirt den Wasserzufluß zu den Pistorius'schen Becken derart, daß man allen Alkohol, welcher in der Maische enthalten war, in 1 Liter Destillat erhält.

Wenn man den Apparat zuerst in Arbeit nimmt, ist es zu empfehlen, mehrere Proben in der Weise auszuführen, daß man 5 Liter eines Gemisches aus Alkohol und Wasser, dessen Alkoholgehalt genau bekannt ist, destillirt, bis 1 Liter Flüssigkeit übergegangen ist; bei richtiger Regulirung des Dampf- und Wasserzuflusses wird in diesem einen Liter aller Alkohol enthalten sein und das sich weiter ergebende Destillat aus reinem Wasser bestehen; destillirt man zu rasch, so ergiebt sich, daß die Flüssigkeit, welche nach dem Abdestilliren des ersten Liters folgt, noch geringe Mengen von Alkohol enthält, die Bestimmnng daher falsch ausfallen würde.

Die vorstehend beschriebenen Methoden, der Alkoholbestimmung in vergohrenen Flüssigkeiten durch Destillation und Prüfung des Destillates mittelst des Pyknometers, der Westphal'schen Wage oder des Alkoholometers führen sämmtlich zu sehr sicheren Resultaten und liegt daher für die Praktiker gar kein Grund vor, zu kostspieligen Instrumenten wie dies z. B. Ebullioskope und Vaporimeter sind zu greifen, deren Behandlung große Aufmerksamkeit erfordert und bei welchen die Genauigkeit der Resultate durch äußere Einflüsse beeinträchtigt werden kann, wenn man nicht die nöthigen Correctionsrechnungen vornimmt; derartige Bestimmungen müssen, wenn sie wirklich brauchbare Resultate ergeben sollen, mit der größten Sorgfalt ausgeführt werden und ist hierfür so viel Zeit nothwendig, daß sich auch in dieser Richtung kein Vortheil im Vergleiche mit der Destillationsmethode ergiebt.

Die Bestimmung des Alkoholgehaltes in Gemischen aus Alkohol und Wasser.

Die genaue Ermittelung des Alkoholgehaltes eines Weingeistes in Percenten ist die Basis des Handelsverkehres mit diesem Producte, indem bekanntlich nicht das Flüssigkeitsquantum, sondern die in letzterem enthaltene Alkoholmenge der Werthbestimmung zu Grunde gelegt wird. Da der Spiritus des Handels blos aus Alkohol und Wasser besteht, so kann die Bestimmung des Alkoholgehaltes auf das genaueste durch Ermittelung des specifischen Gewichtes vorgenommen werden, und zwar geschieht dies in der Praxis ausschließlich mit Hülfe des Alkoholometers und der den Angaben dieses Instrumentes entsprechenden Tabellen.

Wie wir schon oben auf Seite 169 anführten, sind die specifischen Gewichte von Mischungen aus Alkohol und Wasser durch wiederholt vorgenommene Untersuchungen auf das genaueste festgestellt worden und verdanken wir hauptsächlich den Arbeiten von Tralles, Baumhauer und Brix, sowie jenen Gay-Lussa's die Richtigstellung der von Gilpin zuerst berechneten Tabellen.

Bei der Untersuchung von Spiritus, wie er im Handel vorkommt, ist das specifische Gewicht der Flüssigkeit bei einer bestimmten Temperatur (Normaltemperatur) zu ermitteln, indem die Tabellen, welche die einem bestimmten Gewichte entsprechende Alkoholpercente anzeigen, allein für diese Temperatur richtige Angaben liefern; bei einer Temperatur, welche höher ist als die Normaltemperatur, hat die untersuchte Flüssigkeit ein geringeres specifisches Gewicht, man würde somit einen größeren Alkoholgehalt als den wirklichen ablesen, während in Flüssigkeiten, deren Temperatur unter der Normaltemperatur liegt, das specifische Gewicht zu groß und dem zu Folge der Alkoholgehalt zu klein angegeben würde. Da man aber oft gezwungen ist, das specifische Gewicht des Weingeistes bei einer andern als der Normaltemperatur zu ermitteln, war es nothwendig, Tabellen anzulegen, welche die Correction der Alkoholometerangaben enthalten und aus denen man direct den wirklichen Alkoholgehalt der betreffenden Flüssigkeit ablesen kann, wenn man den scheinbaren bei einer anderen als der Normaltemperatur mittelst des Alkoholometers bestimmt.

Die gegenwärtig in Anwendung stehenden Alkoholometer sind Volumeter, d. h. sie zeigen an, wie viele Volumen-Liter-Alkohol in 100 Volumen, einem Hektoliter Spiritus enthalten sind; für viele Zwecke ist es jedoch wünschenswerth, das Percentverhältniß nach Gewichtspercenten kennen zu lernen, d. h. zu ermitteln, wie viele Kilogramm Alkohol in 100 kg Spiritus enthalten sind und besitzen wir auch für diesen Zweck entsprechend eingerichtete Tabellen, aus welchen das Verhältniß zwischen Volums- und Gewichtspercenten abgelesen werden kann.

Beispiele für die Alkoholbestimmung in Spiritus:

1. Welchen Alkohol-Percentgehalt besitzt der Spiritus?

a. Der Spiritus zeigt genau die Normaltemperatur von $12\frac{1}{2}$ °R. = $15\frac{1}{2}$ °C. = 60 °F.

Man liest die Angabe des Alkoholometers ab und sucht in Tabelle VIII. die abgelesene Zahl auf; sollte dieselbe zufällig in der Tabelle nicht enthalten sein, so wird jene Zahl aufgesucht, welche der abgelesenen am nächsten liegt. Man habe z. B. am Alkoholometer die Zahl 0,8294 abgelesen; diese Zahl findet sich aber nicht in der Tabelle vor, die nächstliegende Zahl den Volumspercenten entsprechend ist aber 0,8306 für Gewichtspercente 0,8282. Der Zahl 0,8306 entsprechen 91 Volumpercente, der Zahl 0,8282 entsprechen 88 Gewichtspercente, der untersuchte Spiritus wird in Wirklichkeit etwas mehr als 91 Volumspercente und etwas mehr als 88 Gewichtspercente Alkohol enthalten.

Der Alkoholgehalt des Weingeistes wird genauer nur durch Rechnung ermittelt. Die Differenz der abgelesenen Zahl 0,8294 mit der nächst höheren in der Volumspercent-Colonne enthalten 0,8306 ist 0,0012; die Differenz zwischen den beiden in der Tabelle enthaltenen Zahlen 0,8306 und 0,8272 zwischen welchen die gefundene liegt, beträgt 0,0034. Man findet die Percentstärke des Spiritus, wenn man zu den für 0,8272 in der Tabelle abgelesenen 92 Volumspercenten noch $\frac{0{,}0012}{0{,}0034} = \frac{12}{34} =$ 0,35 Volumspercente addirt, genauer mit 92,35 Volumspercenten. Absolut genau sind die so gefundenen Zahlen auch nicht, weil die Unterschiede der specifischen Gewichte nicht vollkommen gleichmäßig sind.

Will man die Volumspercente möglichst genau in Gewichtspercente umsetzen, so dient hierfür die Tabelle IX.

b. Der Spiritus zeigt eine andere als die Normaltemperatur.

Die Temperatur des Spiritus ist 9,6° R. und wird in diesem Falle mit 10° R. angenommen. (Wäre sie geringer als 9,5° z. B. 9,4, so ist sie mit 9 °R. anzunehmen.) Das Alkoholometer zeigt bei dieser Temperatur 90,5 Volumspercente.

Man sucht in Tabelle X in der obersten Horizontal-Colonne die Zahl 90 auf und findet in der entsprechenden Vertical-Colonne, dort wo sie sich mit der von 10° R. an laufenden Horizontalcolonne kreuzt, die Zahl 90,8, zu welcher man noch 0,5 addirt und den wahren Alkoholgehalt des Spiritus dann mit 91,3 Volumpercent findet. (Für Bruchtheile von Percenten wird nämlich die Temperatur-Correctur vernachlässigt und rechnet man einfach die gefundenen Bruchtheile der aus der Correctur-Tabelle gefundenen Zahl zu.)

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes des Weingeistes und die eventuelle Vornahme der Correctur, welche nothwendig ist, wenn die Bestimmung bei einer anderen als der Normaltemperatur geschehen ist, bilden das wesentliche der gesammten Alkoholometrie. Es kommen aber in der Praxis noch mancherlei Ver-

hältnisse vor, welche die Vornahme von Rechnungen nothwendig machen, um zu gewissen Resultaten zu gelangen, und ist hier vor allem der Fall zu betrachten, daß Weingeist von hohem Percentgehalt (oder Stärke) durch Verdünnung mit Wasser in einen schwächeren umgewandelt werden soll. In der Liqueurfabrikation kommt dieser Fall z. B. sehr häufig vor, und wollen wir denselben zuerst betrachten.

2. Es ist ein gewisses Quantum Spiritus von hohem Percentgehalte gegeben und soll der Percentgehalt durch Wasserzusatz auf eine gewisse Größe reducirt werden.

Bei dieser Bestimmung ist zweierlei zu berücksichtigen, und zwar a. die Volumsänderung des Gemisches und b die Wassermenge, welche erforderlich ist, um 100 Volumen des starken Weingeistes auf die entsprechende Verdünnung zu bringen.

a. Die Volumsänderung.

Wenn man starken Spiritus mit Wasser mischt, so beobachtet man eine Verminderung des Volumens, wenn man Weingeist mit einem Alkoholgehalt von mehr als 50 Percent angewendet hat, und eine Vergrößerung des Volumens bei Anwendung von Weingeist unter 50 Percent. Die Tabelle XI zeigt diese Zusammenziehung und Ausdehnung für 100 Volumen des Weingeistes an. Es soll z. B. 90percentiger Spiritus auf 30percentigen verdünnt werden. Man sucht in der unter 90 Percent stehenden Colonne jene Zahl auf, welche in derselben Horizontal-Colonne links wie die Zahl 30 steht und findet, daß eine Volumsverminderung von 4,41 Volumen stattfindet. (Die unter den Horizontalstrichen stehenden Zahlen in den Colonnen von 80 abwärts zeigen die Volumsverminderungen für geringe Verdünnungen.) Man sucht in der unteren Horizontalreihe rechts die Zahl auf, welche dem ursprünglichen Alkoholgehalt, z. B. 90 Percent, entspricht, geht aufwärts bis zu der Horizontalreihe, in welcher rechts die Zahl steht, welche die gewünschte Percentverdünnung angiebt, z. B. 80 — die Zahl 1,30 zeigt die Volumsverminderung an, wenn man 100 Volumen 90percentigen Weingeist auf 80percentigen verdünnt.

b. Die zur Verdünnung erforderliche Wassermenge.

Die Tabelle XII enthebt hierfür der Rechnung; es ist aber nothwendig, daß die Alkoholstärken auf die Normaltemperatur reducirt und das scheinbare Volumen bei verschiedenen Temperaturen auf das wahre Volumen zurückgeführt sei. Man sucht daher in Tabelle X den Werth, welcher dem wirklichen Percentgehalt auf die Normaltemperatur reducirt entspricht, dann aus Tabelle XIII das wahre Volumen und endlich aus Tabelle XII das Volumen des zuzusetzenden Wassers.

Es sollen 100 Liter 90percentiger Spiritus von Normaltemperatur auf 30percentigen verdünnt werden, wie viel Wasser ist zuzufügen? Man sucht in Tabelle XII in der Horizontalreihe oben die Zahl 90 in der Verticalreihe die Zahl 30, an der Kreuzungsstelle beider Reihen zeigt die Zahl 206,3 die Volumen Wasser an, welche auf 100 Volumen Spiritus zugefügt werden müssen.

Man erhält aber in diesem Falle nicht 100 + 206,3 = 306,3 Volumen 30percentigen Weingeist, sondern in Folge der Zusammenziehung weniger; aus der Tabelle XI ergiebt sich die Volumenverminderung mit 6,26, das Volumen des 30percentigen Weingeistes wird somit sein 306,3 — 6,26 = 300,04 Volumen.

Gegenwärtig wird der Spiritus noch allgemein nach seinem Gehalte an Literpercenten verkauft und versteht man unter einem Literpercente ein hundertstel Liter oder 10 CC absoluten Alkohol. Demnach enthält ein Liter absoluter Alkohol oder 100percentiger Alkohol hundert Literpercente oder 100 mal 10 CC (= 1 Liter).

Ein Hektoliter absoluter Alkohol enthält demnach 100 mal 100 oder 10,000 Literpercente; ein Hektoliter 80percentigen Weingeist, 8000 Literpercente u. s. w., für den Verkauf ist es nun wichtig, den Gehalt an Literpercenten in einer gegebenen Spiritusmenge zu bestimmen und dient hierfür die Tabelle XIV.

Es muß aber bemerkt werden, daß diese Bestimmnng nur dann richtig ist, wenn die Alkoholbestimmung entweder genau bei Normaltemperatur vorgenommen oder auf diese reducirt wurde.

3. Wie viele Literpercente enthält ein Spiritus von bekanntem Percentgehalte nach Volumenpercenten?

Die Ermittelung geschieht unter Anwendung der Tabelle XIV; man sucht in derselben in der obersten Horizontalreihe die wahre Stärke in Volumspercenten auf und bestimmt die Menge der Literpercente durch Rechnung.

Es sei die Zahl der Literpercente zu ermitteln, welche in 692 kg Spiritus von 88 Volumenpercenten wahrer Stärke enthalten sind.

692 = 600 + 90 + 2 nach Tabelle bei 88 pCt. Liter-Percent.

600	= 100 × 6	= 629,54	× 100	=	62954
90	= 10 × 9	= 94,432	× 10	=	944,32
2	=			=	209,85
692 kg bei Normaltemperatur				=	64108,17 Literpercent.

Durch Nichteinhalten der Normaltemperatur oder Unterlassung der Reduction auf dieselbe entstehen noch mehr, durch den Verkauf nach Volumpercenten aber sehr große Nachtheile für den Verkäufer; das Volumen des Spiritus' unterliegt bekanntlich mit jeder Temperaturschwankung Veränderungen und wird durch Temperaturerniedrigung geringer — wollte man den Alkoholgehalt bei der niederen Temperatur bestimmen, so würde derselbe offenbar kleiner ausfallen, als er in Wirklichkeit ist und kann man daher die Prüfung des Spiritus Seitens des Käufers nur unter Anwendnng der Temperatur-Correction zulassen; der scheinbare Abgang an Flüssigkeit im Fasse, welcher eben eine Folge der Abkühlung ist, wird aber im Verkehr in Abrechnung gebracht und erhält der Verkäufer nun die entsprechende Zahl von Literpercenten nicht bezahlt.

Es wäre durch die Einführung eines Alkoholometers, welches Gewichtspercente angiebt, möglich, diesem Uebelstande vollständig abzuhelfen, indem dieses Instrument einfach anzeigt, welche Gewichtsmenge absoluter Alkohol in einem

gewogenen Quantum Spiritus enthalten ist, ohne daß es hierbei auf das Volumen der Flüssigkeit ankommt. Um in diesem Falle die Gewichtsmenge absoluten Alkoholes zu ermitteln, braucht man nur das Faß, dessen Eigengewicht bekannt ist, abzuwägen und die Gewichtspercente des Alkoholes zu bestimmen, und das Gesammtgewicht an absolutem Alkohol zu ermitteln.

Anhang.

Untersuchung des Alkoholes auf seine Reinheit.

Zum Zweck der Prüfung des Alkoholes auf seinen Gehalt an Fuselölen hat Savalle in Paris einen Apparat construirt, welchem er den Namen Diaphanometer gegeben hat, indem die Methode der Prüfung darauf basirt ist, daß ein mit Aetzkalilauge erhitzter Alkohol um so mehr an Durchsichtigkeit verliert, je mehr Fuselöl er enthält. Die Einrichtung, welche Savalle seinem Apparat gegeben hat, ist eine solche, daß die Angaben desselben in gleichen Fällen auch stets die gleichen sind und es daher möglich ist, dieselben zur Grundlage einer Bestimmung des Handelswerthes irgend eines Alkoholes zu machen.

Der diaphanometrische Apparat besteht aus einer Anzahl Flaschen, Glasplatten und Glasgefäßen, welche in einem Kasten in der Weise angeordnet sind, wie dies durch Fig. 58 versinnlicht wird. Die mit den Nummern 1 bis 10 bezeichneten Flaschen, welche fest verschlossen sind und verschlossen bleiben müssen, enthalten Alkohol, welchem absichtlich $\frac{1}{10{,}000}$ bis $\frac{10}{10{,}000}$ fremder Stoffe (Fuselöle) zugefügt wurde, und den man mit Kalilauge behandelt. Jede höhere Nummer zeigt eine dunklere Färbung und bilden diese zehn Flaschen zusammen eine Farbenscala, welche zur Vergleichung mit den zu untersuchenden Proben dient; stimmt ein zur Untersuchnng gegebener Alkohol nach der Behandlung mit Aetzkalilauge in der Färbung mit der in der Flasche No. 3 enthaltenen Flüssigkeit überein, so entspricht der Grad seiner Reinheit der No. 3 des Diaphanometers, oder nach der Bezeichnung, welche Savalle hierfür anwendet „dem Typus 3". In neuester Zeit giebt Savalle seinen Apparaten auch Glasplatten, welche das Licht verschieden stark durchscheinen lassen, bei (Fig. 59), und sind hierdurch die „Typen" noch besser fixirt, als durch die Flaschen allein.

Die Prüfung wird auf die Weise ausgeführt, daß man mittelst der graduirten Röhre A (Fig. 60) 10 CC des zu untersuchenden Alkoholes abmißt, in den Ballon B gießt und nachdem man 10 CC Kalilauge zugefügt hat, den Kolben B mittelst des Hälters (Fig. 61) über der Lampe fortwährend schüttelt, bis der Inhalt des Kolbens kocht. In dem Momente, in welchem das Kochen eintritt, unterbricht man das Erhitzen und gießt den Inhalt des Kolbens in eine der leeren Flaschen, die an Größe und Form jenen gleichen, in welchen die „Typen" enthalten

sind. Durch Vergleichung der Farbe der untersuchten Flüssigkeit mit jener der flüssigen Typen oder dem Grade des Durchscheinens mit den gläsernen Typen läßt sich der Typus des betreffenden Alkoholes feststellen.

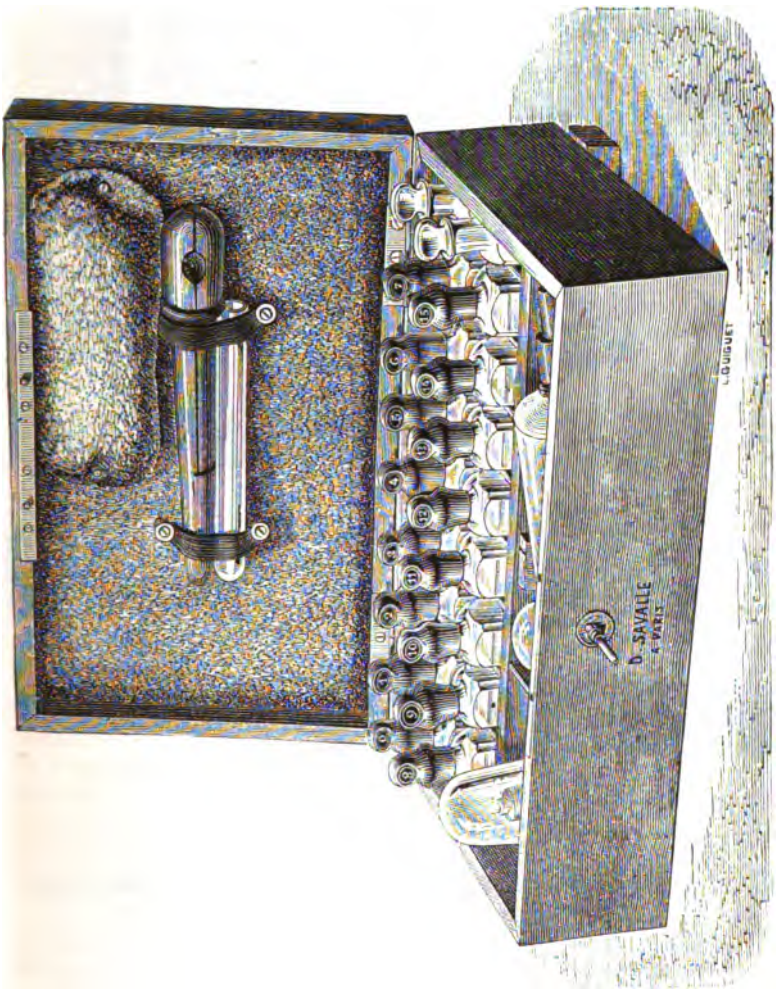
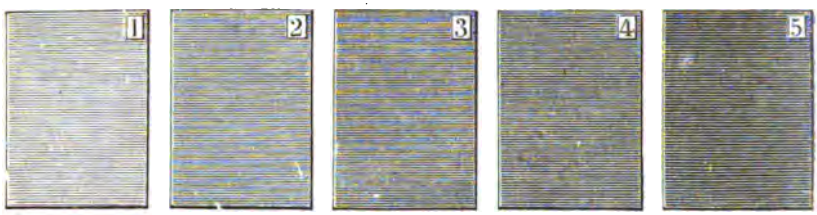


Fig. 58. Diaphanometrischer Apparat nach Savalle.

Der „Typus 4" ist an der Pariser Börse angewendet, um den Normalpreis des Alkoholes zu bestimmen; Alkohol von höheren und geringeren „Typen" steht im Course niederer und umgekehrt u. z.:

Fig. 59.



Diaphanometrische „Typen“ 1 bis 5.

Fig. 60.

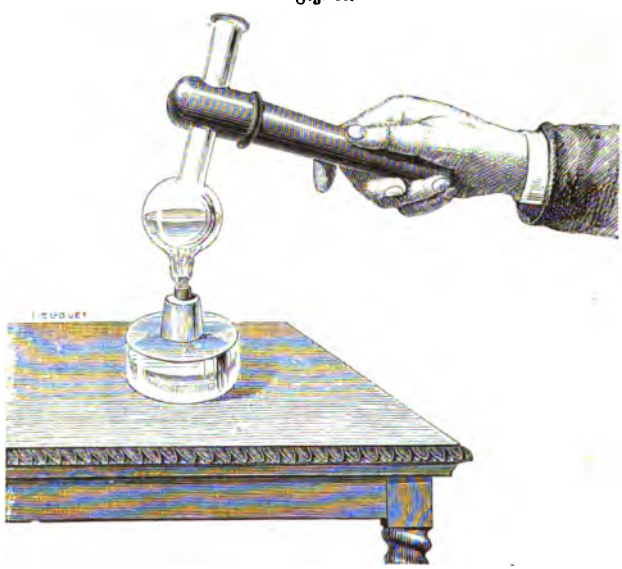
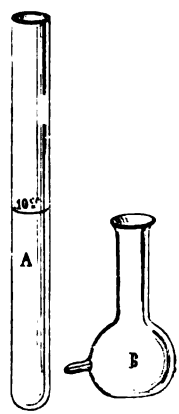


Fig. 61.



Prüfung des Alkohols mittels des Diaphanometers.

Typus	0	(mit Aetzkali farblos bleibend)	20	Francs	über den Cours.
„	1	(leicht gefärbt)	15	„	„ „ „
„	2	(mehr „)	10	„	„ „ „
„	3	(noch mehr gefärbt)	5	„	„ „ „
„	4	(giebt den Normalcours an)			
„	5	„ „ „ „	3	Francs	unter dem Course.
„	6	„ „ „ „	6	„	„ „ „
„	7	„ „ „ „	9	„	„ „ „
„	8	„ „ „ „	12	„	„ „ „

Nach Savalle*) giebt jeder Alkohol von bestimmter Abstammung mit Aetzkali eine ganz bestimmte Farbenreaction, was aus der chemischen Verschiedenheit der Fuselöle (Oenanthaether in Weinspiritus, Amylalkohol in Kartoffelspiritus, Kornöl im Getreidebranntwein u. s. w.) leicht zu erklären ist und soll es hierdurch sogar möglich sein, bestimmt nachzuweisen, ob z. B. ein aus Wein dargestellter Spiritus mit einem aus anderem Materiale gewonnenen Spiritus gemischt wurde, was bei dem hohen Preise des Weinspiritus als Verfälschung anzusehen ist. Da es bis nun kaum möglich war, eine solche Beimischung mit Sicherheit nachzuweisen, so wird hierdurch das Savalle'sche Verfahren sehr werthvoll und zwar ganz besonders für die Verhältnisse der Spiritusmärkte in Frankreich und Spanien, auf welchen sehr große Mengen von Weinspiritus gehandelt werden.

Weinspiritus, welcher sehr reich an Fuselöl ist, muß nach Savalle mit 3 Theilen eines Alkoholes von „Typus Null" gemischt und dann geprüft werden, indem sonst die Färbung durch Aetzkali zu dunkel ausfällt.

*) Les distilleries. Seite 199.

III. Abschnitt.

Praxis der Spiritusfabrikation.

Je nach der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der zur Darstellung von Spiritus verwendeten Rohmaterialien sind die vorzunehmenden Arbeiten sehr weit von einander abweichend; während aus solchen Materialien, welche schon fertigen Alkohol enthalten, letzterer einfach durch Destillation abgeschieden wird, muß bei zuckerhaltigen Materialien die Ueberführung des Zuckers in Alkohol durch den Gährungsprozeß vorhergehen — am umständlichsten ist das Verfahren bei Verarbeitung von stärkemehlhaltigen Stoffen, indem bei diesen das Stärkemehl zuerst in Zucker und dieser weiter in Alkohol übergeführt werden muß.

In keinem Zweige der gährungstechnischen Gewerbe spielen mechanische Vorrichtungen eine so große Rolle, wie gerade in der Spiritusfabrikation, indem von der mechanischen Bearbeitung der Rohmaterialen zum großen Theil die Menge des erzielten Spiritus abhängig ist und durch die richtige Construction der Apparate die größtmögliche Ausnutzung des in der Fabrik verbrauchten Brennstoffes bedingt wird. Wenn man eine Branntwein-Brennerei nach alter Einrichtung mit ihren primitiven Geräthen mit einer nach neuem System eingerichteten Spiritusfabrik vergleicht, so läßt sich der riesige Fortschritt leicht erkennen: während man nach altem Verfahren mühsam eine geringe Ausbeute unter gewaltigem Brennstoffverbrauch erzielte, nähert man sich in den nach neuer Methode arbeitenden Spiritusfabriken immer mehr und mehr der höchsten überhaupt erzielbaren Ausbeute und zwar unter größtmöglicher Ausnutzung der von dem Brennmateriale gelieferten Wärme.

Die Factoren, welche diesen Umschwung herbeiführten, waren das genauere Studium der physikalischen und chemischen Vorgänge beim Dämpfen und Maischen und ganz besonders die Anwendung des Dampfes zum Zwecke des Dämpfens und zur Destillation; die Mechanik schuf allmälig immer geeignetere Apparate

zur Durchführung der einzelnen Arbeiten und ist so in verhältnißmäßig kurzer Zeit aus dem Handwerk des Brantweinbrenners jene mächtige Großindustrie entstanden, als welche heute die Spiritusfabrikation dasteht.

Wir halten es für überflüssig, eine große Bogenzahl dieses Werkes mit der Beschreibung jener Apparate anzufüllen, welche im Laufe der Zeit in Anwendung gekommen, aber gegenwärtig nirgend mehr zu finden sind; derartige Beschreibungen gehören in ein Werk, dessen Gegenstand die Entwickelungsgeschichte der Spiritusfabrikation ist; wir können uns hier nur mit der Schilderung jener Apparate und Methoden beschäftigen, welche nach dem gegenwärtigen Stand der Technik als diejenigen bezeichnet werden müssen, welche ihrem Zwecke am besten entsprechen.

Wenn auch in manchen Gegenden die Gewinnung des Alkohols aus zuckerhaltigen Materialien große Wichtigkeit besitzt, muß doch die Darstellung von Spiritus aus stärkemehlhaltigen Materialien als das wichtigste Verfahren der Alkoholgewinnung bezeichnet werden, indem es nur durch Verwerthung von Bodenproducten in dieser Richtung möglich ist, in manchen Gegenden die Landwirthschaft mit genügendem materiellen Erfolg zu betreiben. Dieser hohen Bedeutung wegen, welche die Verwerthung der stärkemehlhaltigen Materialien, namentlich der Kartoffel zur Spiritusfabrikation besitzen, müssen wir die betreffenden Methoden allen anderen voranstellen und erst in zweiter Reihe jene besprechen, welche auf zuckerhaltige Materialien Bezug haben.

Die Verarbeitung der stärkemehlhaltigen Materialien auf Spiritus läßt sich nach der Beschaffenheit derselben in zwei Gruppen trennen von welchen die erste die Gewinnung von Alkohol aus Kartoffeln, die zweite die Darstellung von Spiritus aus Getreide umfaßt. Die Verschiedenheiten in den Materialien bedingen auch gewisse Abweichungen in der Behandlung derselben. Die chemischen Grundoperationen: Ueberführung von Stärke in Zucker und von Zucker in Alkohol sind aber in beiden Fällen die nämlichen.

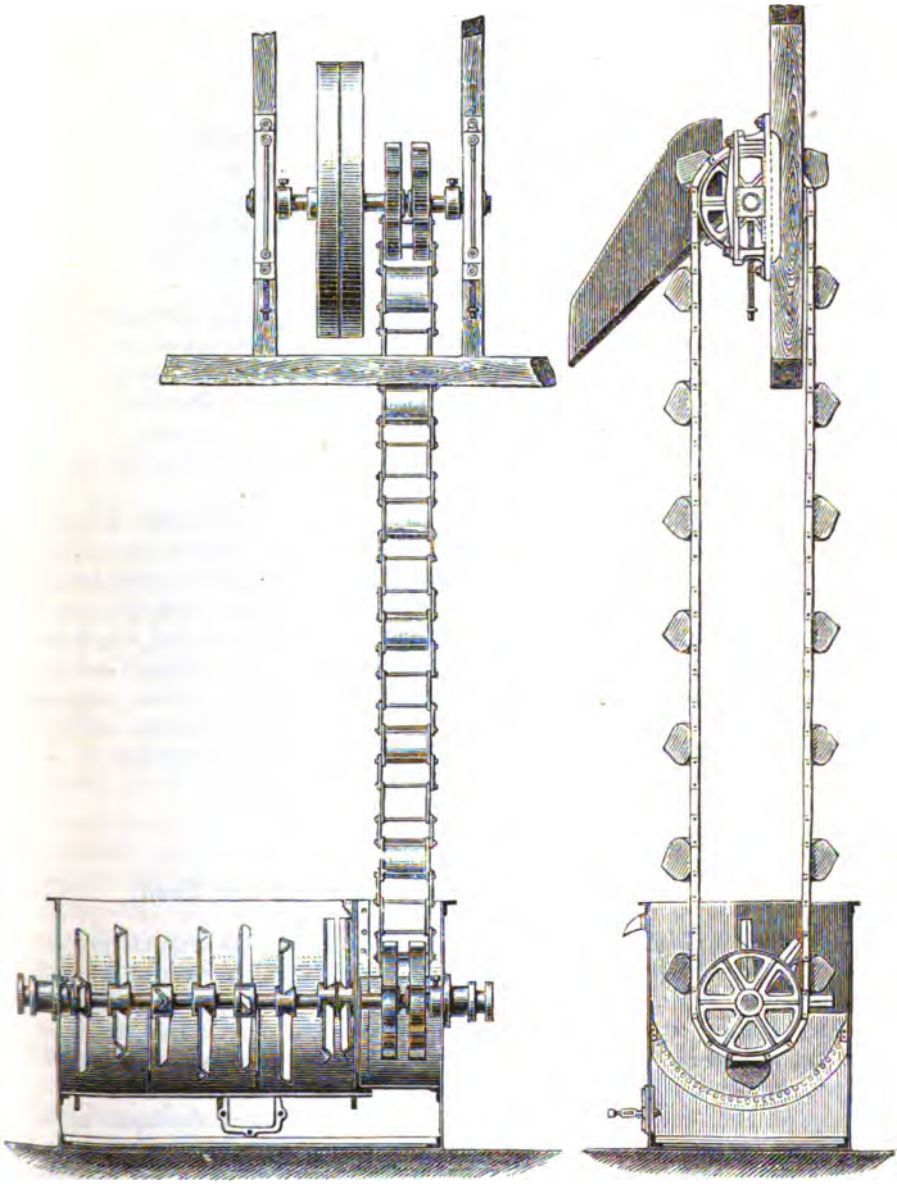
X. Die Gewinnung von Maische aus Kartoffeln und Getreide.

Die Operationen, welche bei der Verarbeitung von Kartoffeln in Ausführung kommen müssen, zerfallen in vorbereitende und in solche, welche den Zucker- und Alkoholbildungsproceß, die Maisch- und Gährarbeit umschließen. Jene Arbeiten, welche man als vorbereitende bezeichnen kann, haben den Zweck, das Stärkemehl der Kartoffeln in solche Form zu bringen, in welcher es bei der nachfolgenden Maischarbeit möglichst rasch und vollständig in gährungsfähige Körper übergeführt wird.

Als vorbereitende Arbeiten sind das Reinigen der Kartoffel, das Dämpfen und das Zerkleinern der gedämpften Masse zu bezeichnen, als eigentliche auf die Darstellung von Alkohol Bezug nehmende Operationen haben wir das Maischen, das Abkühlen der heißen Maische, die Bereitung der Kunsthefe und die Durchführung der Gährung zu bezeichnen.

Während bei der Arbeit nach dem älteren Verfahren jede der eben genannten Arbeiten vollständig von der anderen abgeschlossen war, ist es in neuerer Zeit durch Erfindung entsprechender Apparate gelungen, zwischen dem Dämpfen und Maischen in der Weise eine Verbindung zu schaffen, daß man beide Operationen unmittelbar nach einander in demselben Apparate ausführt und nur die Zeit, welche zur Abkühlung der gedämpften Kartoffel auf die Maischtemperatur nöthig ist, zwischen beiden Operationen liegt. Diese Neuerung, verbunden mit der Anwendung erhöhten Druckes beim Dämpfen ist wohl die Veranlassung zu einem gänzlichen Umschwung in der ganzen Praxis der Spiritusfabrikation aus Kartoffeln geworden, indem sie die Erzielung von Ausbeuten mit sich bringt, welche bei der sorgfältigsten Arbeit mit Apparaten alter Construction nicht erreicht werden können. Es werden künftighin nur solche Spiritusfabriken bestehen können, welche ihren Betrieb diesen Neuerungen entsprechend eingerichtet haben, und müssen wir dem zu Folge auch die Apparate, welche bei dem neuen Verfahren in Anwendung kommen, mit größerer Aus-

Fig. 62.



Kartoffel-Waſch- und Hebeapparat nach Bemuleth u. Ellenberger.

führlichkeit beſprechen, als jene älterer Conſtruction, welche aus den vorangegebenen Gründen in nicht ferner Zeit gänzlich außer Gebrauch kommen müſſen.

Das Waſchen der Kartoffeln.

Den Kartoffeln haftet Erde und Sand an und es ſind ihnen Steine beigemengt; zur Erzieluug reiner Maiſchen und zur Verhütung von Beſchädigungen an den Apparaten, welche namentlich durch die Steine herbeigeführt werden können, erſcheint es geboten, die Kartoffeln möglichſt von allen fremden Stoffen zu trennen, und geſchieht dies ausſchließlich in paſſend eingerichteten Waſchapparaten oder Waſchtrommeln.

Die Waſchtrommeln älterer Conſtruction beſtanden aus Cylindern von 2 bis 3 m Länge und 80 bis 100 cm Durchmeſſer, welche aus Latten angefertigt waren und bis zu ⅓ ihres Durchmeſſers in ein mit Waſſer gefülltes Gefäß tauchten; die an einem Ende der Waſchtrommel eingeworfenen Kartoffeln werden bei der Umdrehung derſelben in dem Waſſer durcheinander gekollert, die Erde hierdurch abgerieben und die gewaſchenen Kartoffeln am andern Ende ausgeworfen.

Bei Anwendung dieſer einfachen Vorrichtungen hat man aber nicht die Garantie, daß größere Steine beſeitigt werden und können letztere bei der Verarbeitung der Kartoffeln in den Dämpfapparaten großen Schaden verurſachen. — Man hat daher Waſchmaſchinen conſtruirt, bei welchen die Kartoffeln durch Schaufeln, die in Schraubenlinien geſtellt ſind, aber nicht bis auf den Boden des Waſchgefäßes reichen, fortbewegt werden (Fig. 62). Dieſe Schaufeln haben zwar eine ſolche Länge, daß ſie ſicher die Kartoffeln erfaſſen, Steine aber auf dem Boden des Waſchgefäßes liegen laſſen. Wie aus der Abbildung erſichtlich iſt, ſteht der Apparat mit einem Hebewerk in Verbindung, durch welches die gewaſchenen Kartoffeln ſo hoch gehoben werden, daß ſie unmittelbar in die Dämpfapparate geworfen werden können. —

Das Dämpfen der Kartoffeln bei gewöhnlichem Druck.

Durch das Dämpfen beabſichtigt man das Aufquellen der Stärkekörner und das Auflockern des Zuſammenhanges derſelben zu bewirken und zwar in möglichſt vollkommener Weiſe. Das Dämpfen muß als eine der wichtigſten unter allen in der Spiritusfabrikation in Anwendung kommenden Operationen bezeichnet werden, indem es von der richtigen Durchführung derſelben in erſter Linie abhängt, ob man der größtmöglichen Ausbeute nahe kommt oder nicht.

Nach dem alten bis in die neuere Zeit allein üblichem Verfahren wurde das Dämpfen in ſehr einfacher Weiſe vorgenommen und beſtand blos darin, daß man die in einem geeigneten Gefäße befindlichen Kartoffeln durch frei einſtrömenden Dampf gar kochte. Das Gefäß, in welchem dies geſchah — das

Dampffaß von cylindrischer oder schwach conischer Form — war aus Holz oder Eisenblech verfertigt und hatte im oberen Boden eine Oeffnung zum Eintragen der Kartoffeln und unmittelbar über einem Siebboden, welcher sich etwa handhoch über dem unteren Boden befand, eine andere Oeffnung zum Ausziehen der gedämpften Kartoffeln. Beide Oeffnungen waren während der Arbeit durch Deckel, welche mittelst Bügelschrauben festgehalten wurden, verschlossen. Das den Dampf zuführende Rohr war in der Mitte des Gefäßes aufgestellt, am Boden des Fasses befand sich ein Rohr, durch welches das aus dem Dampfe entstehende Wasser abfließen konnte. — Eine unmittelbar über dem Boden des Dampffasses befindliche Probeöffnung zur Einführung eines eisernen Stabes war durch einen Zapfen geschlossen.

Je nach der Größe der Dampffässer ließ man nun durch 1½ bis 2 Stunden Dampf in dieselben strömen und zwar mit der (wohl nur zu oft vernachlässigten) Vorsicht, den Dampfstrom so zu reguliren, daß aus dem Abzugrohre nur Wasser, aber nicht Dampf entwich. Die Kartoffeln wurden durch den einströmenden Dampf in den oberen Schichten eher gar gedämpft, als in den unteren, doch mußte das Dämpfen so lange fortgesetzt werden, bis auch die unteren Schichten gar waren, d. h. bis die vollständige Quellung der Kartoffeln stattfand und die Masse so weich geworden war, daß sie einem durch die Probeöffnung eingeführten Eisenstabe keinen merklichen Widerstand entgegen stellte. Das Zusammensinken des Gesammtinhaltes des Dampffasses trotz der Quellung der einzelnen Stärkezellen läßt sich leicht aus dem Weichwerden der Knollen erklären: die unten liegenden Knollen werden durch das Gewicht der oben auf liegenden zerquetscht, die zwischen den einzelnen Knollen befindlichen leeren Räume verschwanden zum großen Theile und mußte sich das Volumen der ganzen Masse verringern.

Das Dämpfen unter erhöhtem Druck.

Das Dämpfen unter erhöhtem Druck findet zwischen 2 — 3½ Atmosphären (Siedepunkt des Wassers zwischen 121,4 und 140,6° C.) statt, und wirkt das Wasser in Folge dieser hohen Temperatur viel kräftiger auf das Stärkemehl ein, als bei 100° C. (vergleiche Seite 71 u. ff.); die Zellen werden gelockert — das Stärkemehl zum großen Theile schon in solche Form übergeführt, aus der es durch Einwirkung der Diastase ungemein leicht in Maltose und Dextrin übergeht, nämlich in eine in Wasser lösliche Modification.

Der erste, welcher das Dämpfen der Kartoffeln unter Anwendung eines höheren Druckes vornahm, war Hollefreund; es sollte daher der Hollefreund'sche Apparat zuerst beschrieben werden; wir ziehen es jedoch vor, diesen Apparat an späterer Stelle zu beschreiben, indem in demselben die vollständige Verarbeitung der Rohmaterialien vom Dämpfen angefangen, bis zur Vollendung der Zuckerbildung stattfindet und hierdurch mehrere Geräthe, ohne welche eine Spiritusfabrik älterer Einrichtung gar nicht bestehen könnte, voll-

ständig überflüssig geworden sind. Wir beginnen unsere Darstellung mit der Beschreibung eines Apparates, welcher in Folge der Arbeit unter Anwendung von erhöhtem Druck die denkbar vollkommendste Leistung liefert und ohne daß große Umänderungen in der Fabrikseinrichtung erforderlich sind, auch in einer nach älterem System arbeitenden Anstalt angebracht werden kann.

Der Dämpfapparat von Henze.

Dieser Apparat besteht in seiner einfachsten Construction aus einem Gefäße, welches einen 5—6 Atmosphären betragenden Druck aushalten soll, gewöhnlich die Form eines Cylinders mit unten angesetztem Kegel besitzt und mit einem Mannloche zum Eintragen der Kartoffeln, Sicherheitsventil, Manometer, Dampfzuführungsrohr und Ausstoßöffnung für die gedämpfte Kartoffelmasse versehen ist. Die Arbeit mit dem Apparat wird auf die Weise vollführt, daß man denselben mit Kartoffeln beschickt, bei geöffnetem Sicherheitsventile so lange Dampf zuströmen läßt, bis alle Luft aus dem Apparate verdrängt ist und dann das Dämpfen bei geschlossenem Ventil je nach der Größe des Gefäßes 2½ bis 3 Stunden andauern läßt. Um später in der Maische nicht zu viel Wasser zu erhalten, läßt man den unten am Dämpfer befindlichen Hahn so lange offen, bis aus demselben nicht mehr Condensationswasser abläuft — ist einmal die Temperatur der Kartoffelmasse bis zum Siedepunkt des Wassers erhöht, so beginnt aus dem Dämpfer Dampf zu entweichen und wird der Hahn dann geschlossen. — In ähnlicher Weise verfährt man bei den unten zu beschreibenden combinirten Dämpf- und Maischapparaten. — Nach Verlauf der oben angegebenen Zeit öffnet man die am unteren Ende des Apparates angebrachte Ausstoßvorrichtung und läßt die gedämpfte Kartoffelmasse durch den Druck des Dampfes aus dem Gefäße treiben.

Bei diesem Ausstoßen der Kartoffelmasse wird dieselbe durch das Anstoßen an die Kanten des Hahnes oder des Ventiles, oder an absichtlich angebrachte Bewegungshindernisse (man bringt an der Ausstoßöffnung Röste und dgl. an) sehr stark zerkleinert, und wirkt auch das plötzliche Aufhören des Ueberdruckes hierbei mit, so daß durch das einfache sogenannte „Ausblasen" der gedämpften Kartoffelmasse dieselbe schon in einen Zustand der Vertheilung gebracht wird, wie er durch andere mechanische Mittel kaum zu erreichen ist. Durch vergleichende Versuche ist es erwiesen, daß das Dämpfen gleichmäßigere Massen liefert, wenn die Belastung des an der Oberseite des Apparates angebrachten Ventiles so regulirt wird, daß sich letzteres oftmals öffnet, um kleine Mengen von Dampf entweichen zu lassen.

In Folge dieser Einrichtung muß im Dampfgefäße ein beständiges Schwanken in der Höhe des Dampfdruckes stattfinden und erscheint es uns sehr wahrscheinlich, daß gerade dieses Schwanken des Druckes von günstigem Einfluß auf die Aufschließung der Kartoffelmasse sein müsse, ebenso wie die plötzliche Aufhebung jedes Druckes beim Ausstoßen der gar gedämpften Kartoffeln.

Während des Dämpfens nimmt offenbar die ganze Kartoffelmasse die Temperatur des sie umgebenden Dampfes an: das Stärkemehl wird rasch verkleistert und unterliegt sodann der chemischen Einwirkung, welche Wasser von hoher Temperatur auf Stärkemehl auszuüben vermag. Zwischen den einzelnen, die Stärkemehlkörner umschließenden Zellen befinden sich aber ursprünglich sehr kleine Hohlräume, welche mit Gasen oder Wasserdampf gefüllt sind. Vermindert sich der im Apparat herrschende Druck durch das Heben des Ventiles um ein Gewißes, so pflanzt sich diese Druckverminderung auch in das Innere der Kartoffeln fort — durch die Ausdehnung des Dampfes, welcher in den kleinen zwischen den Zellen befindlichen Hohlräumen enthalten ist, findet eine theilweise Trennung der die einzelnen Zellen umschließenden Membranen statt, so daß bei oftmaliger Wiederholung dieses Vorganges die Mehrzahl der Zellen gänzlich von einander isolirt werden kann.

Beim Ausblasen der gedämpften Kartoffelmasse, wobei dieselbe durch die an der Ausstoßöffnung angebrachten Vorrichtungen vorher mechanisch zertheilt wird, findet eine plötzliche Erniederung des Druckes bis auf den gewöhnlichen Atmosphärendruck statt und wird sich der eben beschriebene Vorgang der Ausdehnung der Dämpfe, welche sich zwischen den einzelnen Zellen befinden, zum letzten Male und am stärksten wiederholen; das Ideal des Dämpfens wäre dann erreicht, wenn sich in der ganzen Masse nur isolirte Zellen vorfinden würden. Die durch diese mechanischen Einwirkungen und durch die hohe Temperatur, welcher sie ausgesetzt waren, schon stark angegriffenen Membranen der Zellen werden leicht bei der nachfolgenden Bearbeitung im Maischapparat zerstört werden und ist leicht einzusehen, daß das gequollene und theilweise schon verflüssigte Stärkemehl dann der Einwirkung der Diastase frei zugänglich ist und sehr rasch in Maltose und Dextrin verwandelt werden kann.

In Fig. 63 ist die Abbildung eines einfachen Dämpfapparates nach Henze gegeben; das Dampfrohr theilt sich in drei Zweige, von welchen einer am oberen, der andere am unteren Ende in den Apparat tritt, indeß der mittlere in den kegelförmigen Theil führt und daselbst zu einem mit vielen engen Oeffnungen versehenen Ring zusammengebogen ist. In Folge der großen Wärmeleitungsfähigkeit des Eisens und der großen Oberfläche, welche die 3—4000 kg und mehr fassenden Gefäße besitzen, würde der Wärmeverlust sehr beträchtlich sein, wenn man denselben nicht durch Umgeben des Gefäßes mit schlechten Wärmeleitern vermindern würde. Am zweckmäßigsten dürfte es wohl sein, sich als Isolator einer Luftschichte zu bedienen und den ganzen Dämpfer in ein aus starken Bohlen zusammengesetztes Gefäß einzuschließen, dessen innere Fläche von der Oberfläche des Dämpfers 25—30 cm absteht.

Um die mechanische Zertheilung, welche die Kartoffelmasse beim Ausblasen aus dem Dämpfer erfährt, vollkommener zu machen, hat man, wie oben erwähnt, in die Ausblaseöffnungen Vorrichtungen eingesetzt, welche der durch den Dampf gepreßten Kartoffelmasse Widerstände entgegen setzen und eine Zertheilung derselben in sehr kleine Stücke herbeiführen, welche dann noch durch die plötzliche Aufhebung

Fig. 63.

Hinze'ſcher Kartoffeldämpfer. Conſtruction Leinhaas & Hülſenberg, Freiberg i. S.

des Druckes in die einzelnen Zellen aufgelöst werden. Am zweckentsprechendsten in dieser Beziehung sind wohl die Rostvorrichtungen, welche nach Art der Registerschieber construirt sind. Der eine der Röste ist feststehend, der zweite auf ihm liegende kann mittelst einer außen an dem Apparat angebrachten Schraube verschoben werden und ist es auf diese Weise möglich, die Kartoffelmasse durch sehr enge Spalten austreten zu lassen.

Durch zweckmäßige Vertheilung des Dampfzuflusses ist es möglich, das Dämpfen in allen Theilen des Apparates gleichförmig auszuführen und hat man diese Aufgabe dadurch zu lösen gesucht, daß man das Dampfrohr, welches mit vielen engen Oeffnungen versehen ist, in Form einer Spirale längs der inneren Mantelfläche des Dämpfers hinführt und auch in die Mitte des Apparates Dampf eintreten läßt.

Das Princip dieser allseitigen Vertheilung des Dampfes ist ein vollkommen richtiges, denn nur bei einer solchen ist es möglich, die Gesammtmenge der Kartoffeln in genügender Weise zu dämpfen und hierdurch eine vollständige Aufschließung des Stärkemehles zu erzielen, wie vergleichende Versuche mit Apparaten, bei welchen die Dampfvertheilung in richtiger Weise stattfand, mit solchen, bei welchen dies nicht der Fall war, gezeigt haben. Man erhält aus dem in letzteren gedämpften Materiale immer eine viel geringere Ausbeute an löslich gewordener Stärke.

Der Vormaischbottich.

Die ohne Druck gedämpften Kartoffeln, sowie die in dem Apparate nach Henze's Construction gewonnene Masse gelangt nunmehr in jenen Apparat, in welchem sie mit Malz zusammengebracht wird und der Verzuckerungsvorgang die Maischebildung vor sich zu gehen hat. Ehe man aber die Masse in den „Vormaischbottich" bringt, muß sie noch je nach dem Verfahren, nach welchem das Dämpfen vorgenommen wurde, einer besonderen Behandlung unterworfen werden.

Kartoffeln, welche ohne Druck gedämpft wurden, müssen durch besondere Vorrichtungen *zerkleinert* oder zerquetscht werden. Kartoffelmasse, wie sie durch Dämpfen unter Druck gewonnen wird, muß möglichst rasch *abgekühlt* werden, indem durch die hohe Temperatur, welche sie der Maische ertheilen würde, die Wirksamkeit der Diastase vernichtet werden müßte. Man wendet übrigens auch bei den unter Druck gedämpften Kartoffelmassen noch Zerkleinerungsvorrichtungen an, auf welche wir noch zurückkommen werden. Das Zerkleinern der ohne Druck gedämpften Kartoffeln geschah in sehr einfacher Weise entweder zwischen glatten sich gegen einander bewegenden Walzen oder zwischen solchen, welche mit Zähnen besetzt waren. Letztere waren von besserer Wirkung, indem sie die Kartoffeln leichter zu erfassen im Stande sind, als die glatten Walzen. Seit dem Aufgeben des Dämpfens ohne Druck sind auch diese Zerkleinerungsvorrichtungen außer Gebrauch gekommen. Der Vormaischbottich, ursprünglich ein einfacher Bottich, in welchem die zerquetschten Kartoffeln mit Malz und Wasser durch Bearbeiten mit Rühr-

scheiten gemischt wurden, gehört zu jenen Apparaten, welche im Laufe der Zeit so viele Aenderungen erfahren haben, daß man bei manchen Constructionen kaum mehr daran erinnert wird, daß dieselben aus dem einfachen Maischbottich hervorgegangen sind. Während man sich Anfangs begnügte, in dem Maischbottich ein mehr oder minder complicirtes Rührwerk anzubringen, welches hauptsächlich mischend wirkte, ging man in den späteren Constructionen viel weiter und brachte in den Maischgefäßen Vorrichtungen an, welche zugleich mischend und zerkleinernd wirken und aus Apparaten bestehen, die in ihrer Construction mit einer Mühle oder einem sogenannten „Holländer" Aehnlichkeit haben.

Die Vormaischbottiche, welche mit einem Rührwerke versehen sind, haben in Bezug auf ihre Einrichtung größere Aehnlichkeit mit den Maischbottichen, deren man sich in den Bierbrauereien bedient, und ist ja auch in beiden Fällen die Arbeit der Apparate so ziemlich dieselbe: im Maischbottich des Brauers und in jenem des Spiritusfabrikanten soll unter Einhaltung einer möglichst gleichmäßigen Temperatur eine sehr innige Mischung aller Theile des Inhaltes stattfinden, um die verflüssigende Wirkung der Diastase des Malzes auf das Stärkemehl möglichst zu beschleunigen.

Durch Vermehrung der Zahl von Armen oder Flügeln, welche die zu maischende Flüssigkeit bearbeiten, kann man die Wirksamkeit des Rührwerkes sehr erhöhen; es ist aber begreiflich, daß hierdurch auch der Widerstand, welchen die namentlich Anfangs ziemlich dickflüssige Masse der Bewegung des Rührwerkes entgegen setzt, ein sehr bedeutender ist und solch' complicirt gebaute Rührvorrichtungen auch eine große Kraft zum Antriebe erfordern. Ein Apparat, welcher in dieser Beziehung eben das richtige Maß hält und sich durch sinnreiche Construction auszeichnet, ist das sogenannte Planeten-Rührwerk von Metzger & Benuleth.

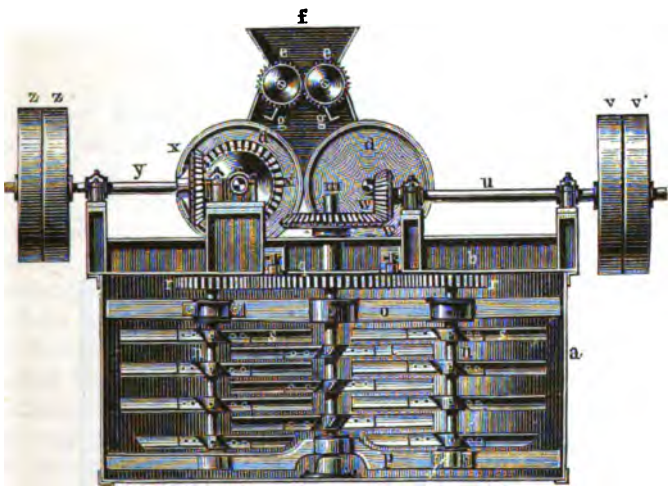
Bei dieser Vorrichtung ist in die hohle im Mittelpunkt des Gefäßes stehende Axe (Fig. 64) eine zweite Axe eingesetzt, welche unten mit horizontalen Armen P verbunden ist, welche den beiden mit horizontalen Querflügeln S versehenen Nebenaxen zur Stütze dienen. Auf der Hauptaxe ist das Zahnrad q, auf den Nebenaxen die in A eingreifenden Zahnräder b und r befestigt. Wenn das Rad q in Bewegung gesetzt wird, so läuft die mittlere Axe sammt den Armen P und den von diesen getragenen Nebenaxen im Kreise herum; durch die Zahnräder b und r werden die Nebenaxen sammt den an ihnen sitzenden Flügeln in Rotation versetzt und bewegen sich um sich selbst rotirend um den Mittelpunkt, ähnlich wie sich ein Planet um sein Centralgestirn bewegt. — Nachdem beim Ausblasen der Kartoffelmasse aus dem Henze'schen Apparate dieselbe so heiß austritt, daß die Wirksamkeit der Diastase aufgehoben würde, sucht man diesen Uebelstand dadurch zu begegnen, daß man die heiße Masse durch das nach aufwärts gebogene Ausblaserohr gegen eine tellerförmige Vorrichtung schleudern ließ, welche von oben durch Wasser gekühlt wurde, die Kartoffelmasse wurde hierdurch in Tropfen zertheilt und etwas abgekühlt.

Um eine noch vollkommenere und schnellere Abkühlung zu erreichen, hat man

an den Maiſchbottichen die Einrichtung angebracht, daß entweder das Rührwerk hohl iſt und von kaltem Waſſer durchſtrömt wird oder in dem Bottich feſtſtehende Theile angebracht ſind, welche aus flachen Gefäßen beſtehen, in denen Waſſer circulirt. Durch zweckmäßige Vereinigung beider Conſtructionen iſt es allerdings möglich, die Temperatur der Maiſche ſo weit zu erniedrigen, daß kein Unwirkſamwerden der Diaſtaſe (Verbrühen des Malzes) zu befürchten ſteht und kann man ſogar die fertige Maiſche in ſolchen Apparaten bis auf die Gährungstemperatur abkühlen; ſie ſind aber in neuerer Zeit faſt vollſtändig durch einen viel einfachern und dabei ſehr ſicher wirkenden Apparat verdrängt worden, welcher unter der Bezeichnung Dampfſtrahl-Exhauſtor bekannt iſt.

Ein Dampfſtrahl-Exhauſtor iſt eine Vorrichtung, vermittelſt welcher man im Stande iſt, einen ſehr kräftigen Luftſtrom hervorzubringen und ſtellt Fig. 65 die

Fig. 64.



Maiſchwerk nach Metzger & Benuleth.

Einrichtung eines derartigen Apparates dar. Das Princip der Exhauſtoren beruht darauf, daß ein Dampfſtrahl, welchen man in ein Rohr von gewiſſem Durchmeſſer ſtrömen läßt, in demſelben einen ſehr kräftigen Luftſtrom hervorbringt, ſomit auf billige und einfache Weiſe dieſelbe Wirkung liefert, wie ein kräftiger Ventilator. Um daher den Schaden, welcher durch das Verbrühen des Malzes entſteht, wenn daſſelbe mit der zu heißen Kartoffelmaſſe in Berührung kommt, ſicher zu beſeitigen, wendet man gegenwärtig allgemein dieſe einfache Vorrichtung an. Das Rohr des Henze'ſchen Dämpfers, durch welches die Kartoffelmaſſe ausgelaſſen wird, mündet nämlich unterhalb des Rohres, durch das der Dampf

Fig. 65.

Dampfstrahl-Exhaustor.
Construction von
Gebr. Körting, Hannover.

entſtrömt, in ein ſich nach unten erweiterndes Rohr, welches entweder unmittelbar über dem Maiſchbottich oder in der Nähe deſſelben ſteht. Sobald man mit dem Ausblaſen der Kartoffelmaſſe beginnt, ſetzt man auch den Exhauſtor in Gang. Der fallenden heißen Maſſe bewegt ſich ein kalter Luftſtrom entgegen und hängt es nur von der Höhe ab, von welcher die Kartoffelmaſſe herabfallen muß, um dieſelbe mit Leichtigkeit ſo weit abkühlen zu können, daß eben die Maiſchtemperatur eingehalten wird.

Um die Fallhöhe der Kartoffelmaſſe nicht übermäßig groß machen zu müſſen, was offenbar ein Aufſtellen des Dämpfers in bedeutender Höhe vorausſetzen würde, kann man der ſich abwärts bewegenden Maſſe gewiſſe Hinderniſſe entgegen ſtellen. Bohm hat als ſolche Hinderniſſe durchlochte Platten angewendet — ähnliche Wirkungen ließen ſich durch Anwendung ſtufenförmig in Form einer Wendeltreppe aufgeſtellte Platten erzielen — kurz, durch eine Vorrichtung, die den Weg, welchen die Kartoffelmaſſe zurück zu legen hat, verlängert, ohne jedoch eine Vergrößerung der Fallhöhe ſelbſt herbei zu führen.

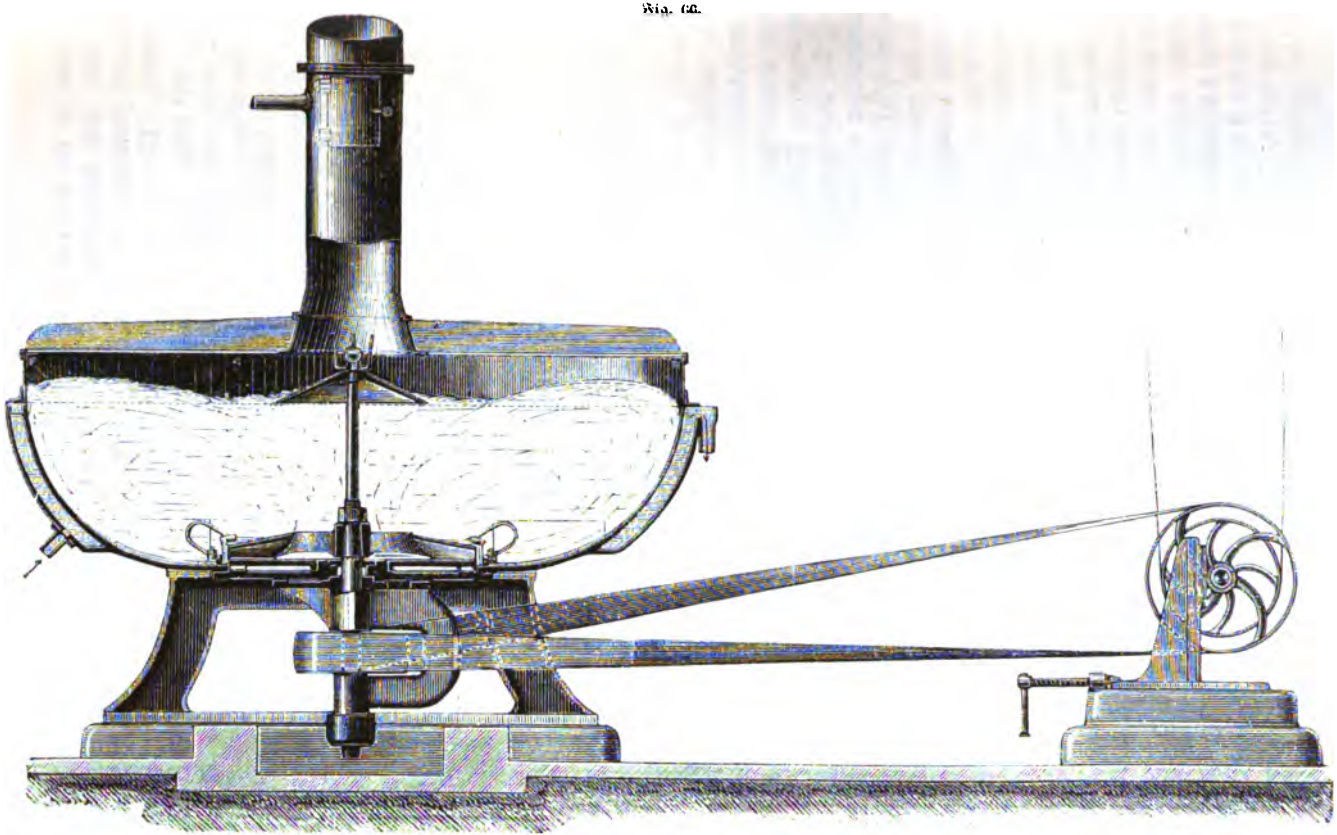
Die Maiſchmühlen.

Durch das Dämpfen und Ausſtoßen der gedämpften Maſſe bei erhöhtem Druck findet zwar, wie oben gezeigt wurde, eine ſehr weitgehende Lockerung und Trennung der Zellen ſtatt, ohne daß jedoch auf dieſe Weiſe ſchon die vollſtändigſte Trennung zu erreichen wäre. Nachdem aber die Menge der durch die Diaſtaſe nicht veränderten Stärke eine um ſo geringere iſt, je weiter die Zerkleinerung der Kartoffelmaſſe getrieben wird, erſcheint es angezeigt, die gedämpfte Maſſe noch einer mechaniſchen Bearbeitung zu unterziehen, welche die vollſtändige Trennung der einzelnen Theile bewirkt.

Die Vorrichtungen, welche man zu dieſem Zwecke anwendet, weichen in ihrer Conſtruction ſehr weit von einander ab, ohne jedoch weitgehende Verſchiedenheiten in der Wirkſamkeit zu zeigen. Sie ſind entweder von mühlenartiger Beſchaffenheit und wird die Maſſe zwiſchen zwei Mahlſcheiben, welche ſich im Maiſchbottich befinden, wiederholt durchgenommen und dabei zerrieben, oder ſie zeigen in ihrer Einrichtung die größte Aehnlichkeit mit den ſeit langer Zeit in den Papierfabriken gebräuchlichen ſogenannten Holländern, bei welchen die Zerkleinerung durch ein Zerſchneiden und Zerreißen der gröberen Theile ſtattfindet.

Eine Maiſchemühle der erſten Art iſt jene von Paukſch Fig. 66 bis 69. Das Maiſchgefäß wird durch eine kreisrunde Schale aus Gußeiſen gebildet, auf welcher eine cylindriſche Blechhaube ſitzt. Das Mahlwerk liegt am Grunde dieſer Schale und erhält ſeinen Antrieb durch eine verticale Axe von unten mittelſt einer an der Axe befeſtigten Riemenſcheibe. Auf einer gerifften kreisrunden Bodenplatte bewegt ſich nämlich ein ſogenanntes Flügelrad, welches aus vier Flügeln beſteht, die an der Drehaxe befeſtigt ſind und große Aehnlichkeit mit jenen einer Schiffsſchraube haben. In Folge der geneigten Stellung, welche dieſe Flügel beſitzen, preſſen ſie bei der Umdrehung die vor ihnen befindliche Maſſe gegen die Grundplatte,

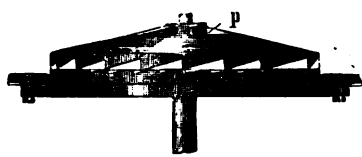
Fig. 66.



Maischmühle. Construction Paulsch.

zerkleinern ſie hierbei und ertheilen der vor ihnen befindlichen Flüſſigkeit in Folge der großen Schnelligkeit, mit welcher ſie rotiren (200—300 Male in der Minute) ſo bedeutende Fliehkraft, daß dieſelbe nach den Wänden der Schale hinaus geſchleudert wird. Um zu bewirken, daß die Maiſche wieder regelrecht nach der Mitte des Apparates zurückkehre und neuerdings der mahlenden Wirkung des Flügelrades ausgeſetzt werde, befinden ſich an der Innenwand der Schale vorſpringende Leiſten, welche ſo geſtellt ſind, daß die Maiſche nicht blos, wie

Fig. 67.



REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Flügelrad älterer Conſtruction. (Mit 20 Flügeln.)

Fig. 68.

Fig. 69.

Flügelrad neuerer Conſtruction. (Mit 4 Flügeln.)

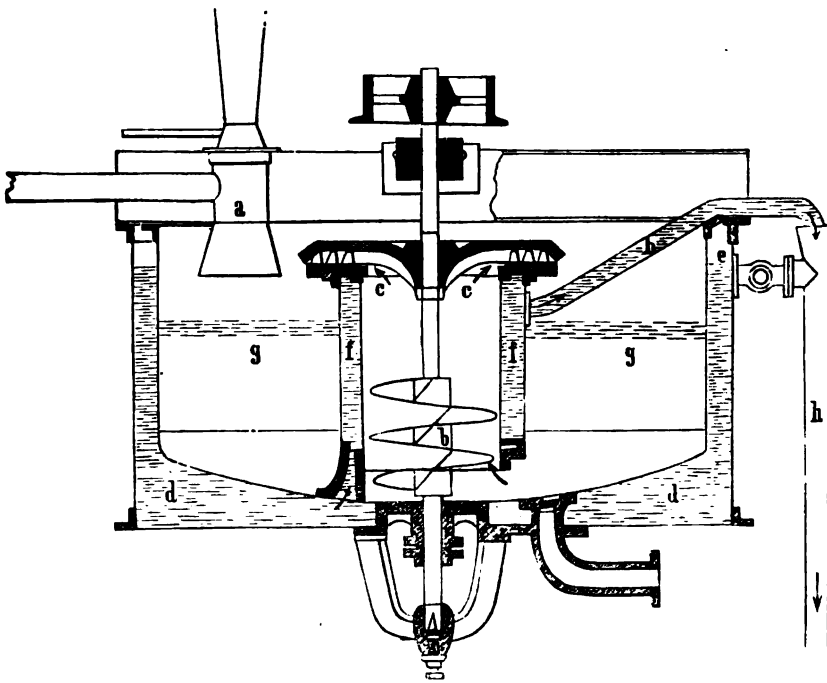
ſie es durch die Wirkung des Flügelrades allein thun würde, rotirt, ſondern zugleich in ſchiefer Richtung aufſteigt; an der Axe ſind oben zwei daumenförmige Vorſprünge angebracht, welche in der nach der Mitte der Maiſchſchale herabfallenden Maſſe einen Trichter wie bei einem Waſſerwirbel hervorbringen und das gleichförmige Herabfallen der Maiſche bewirken.

Bei Maiſchmühlen anderer Conſtruction, z. B. jener von Sachſenberg (Fig. 70), ſteht das Mahlwerk im oberen Theile des Maiſchbottichs auf einem

von kaltem Waſſer durchſtrömten ringförmigen Cylinder f und iſt an der Axe der rotirenden Mahlſcheibe eine aus Blech gefertigte Schraube b angebracht; dieſe hebt die Maiſche zu dem Mahlwerke empor — die Maiſche gelangt durch Verlaſſen des Mahlwerkes C in den äußeren Theil des Apparates g, der ebenfalls durch Waſſer d gekühlt iſt, ſtrömt wieder zur Schraube ꝛc.

An dem Bohm'ſchen (Fig. 71—72) Zerkleinerungsapparate iſt das Princip einer Rotationspumpe mit jenem eines kegelförmigen Mahlwerkes in Verbindung

Fig. 70.



Maiſchmühle. Conſtruction Sachſenberg.

gebracht. Der Mahlkegel V, welcher durch die Schraube Z den ihn umgebenden Mantel G beliebig genähert werden kann, ſaugt durch das Rohr l die zu zerkleinernde Maſſe an und treibt ſie durch das Steigrohr a fort.

Die Zerkleinerungsvorrichtung von Ellenberger (Fig. 73 und 74) beſteht aus einer mit eigenthümlich geformten Rippen verſehenen Trommel c, welche ſich über einer Bodenplatte d dreht, die ebenfalls mit Rippen beſetzt iſt, welche aber ſo geſtellt ſind, daß ſie ſich mit jenen der Trommel unter einem gewiſſen Winkel

kreuzen; dieſe Vorſprünge wirken daher zerſchneidend wie die Meſſer einer Scheere. Die Trommel befindet ſich in einer Wanne, deren Form aus Fig. 73 erſichtlich iſt, und findet bei dieſer Form der Wanne eine regelrechte Strömung der zu be=

Fig. 71.

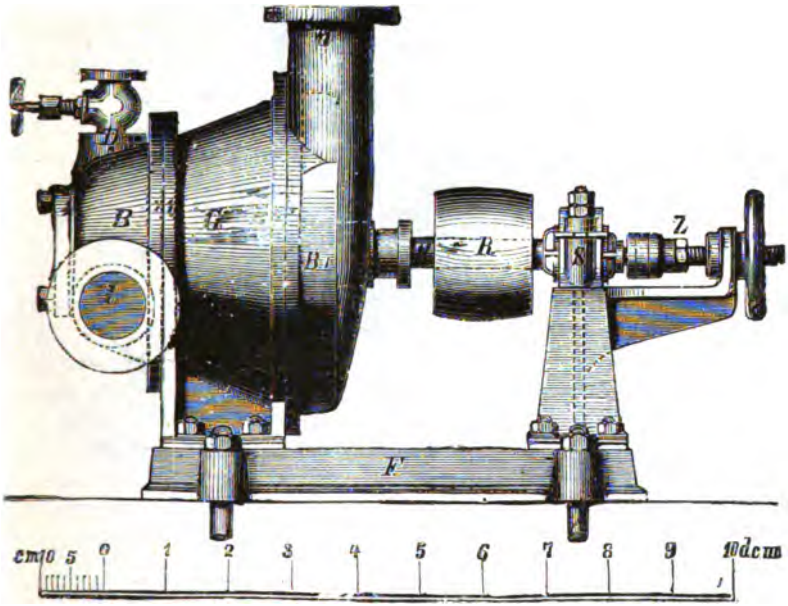
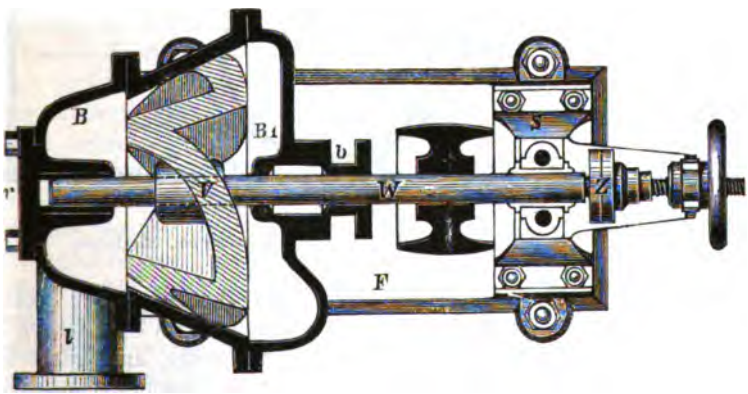


Fig. 72.



Bohm'ſcher Zerkleinerungs-Apparat.

arbeitenden Maſſe zu und von der Trommel ſtatt. Die mit e bezeichnete rinnenförmige Vertiefung dient zur Ablagerung von Steinen, welche ſich möglicher Weiſe in der Kartoffelmaſſe vorfinden könnten.

Fig. 73.

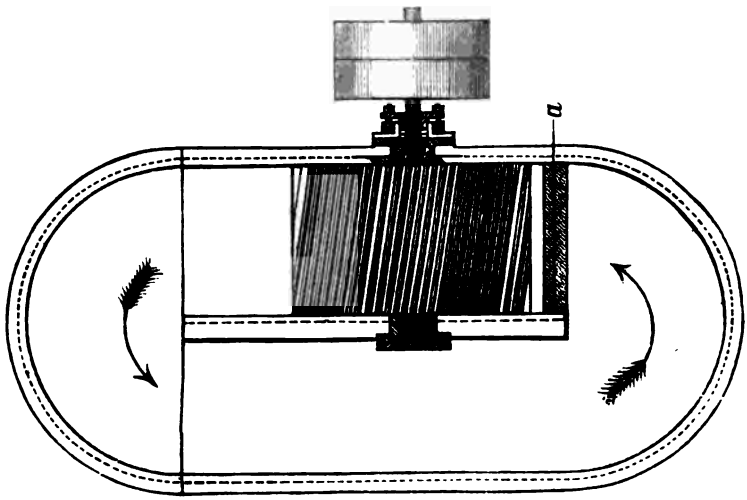
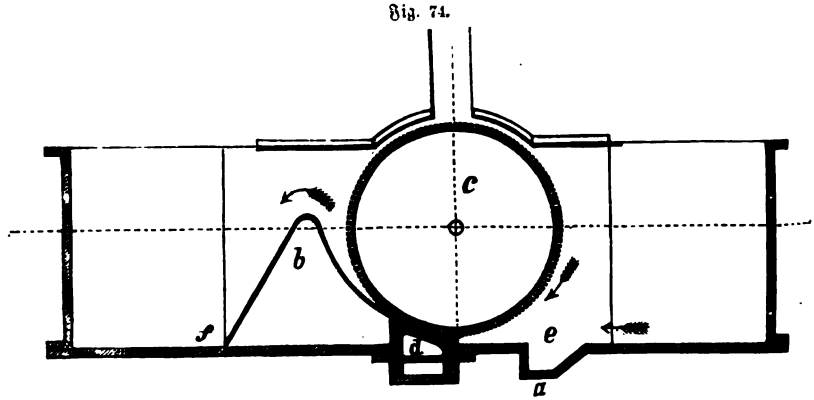


Fig. 74.



Maiſche-Zerkleinerungs-Apparat. Conſtruction Benuleth und Ellenberger.

Welchen Apparat man auch zur mechaniſchen Bearbeitung der gedämpften Kartoffelmaſſe anwenden mag, ſo bleibt doch die Combination der einzelnen Theile der Einrichtung mit dem Henze'ſchen Apparat die gleiche, und beſteht dieſelbe 1. aus dem Henze'ſchen Dämpfer ſelbſt, 2. aus dem Dampfſtrahl-Exhauſtor zur Kühlung der Maſſe und 3. aus dem Zerkleinerungs- und Maiſchapparate.

Was den letzteren anlangt, hat man auch Vorrichtungen ersonnen, welche unmittelbar unter der Ausstoßöffnung des Henze'schen Dämpfers angebracht sind und aus Mahlscheiben oder gerifften Kegeln bestehen, welche sich mit großer Geschwindigkeit bewegen und einen Bestandtheil des Dämpfers selbst bilden. Durch Anwendung dieser Vorrichtungen erhält man unmittelbar aus dem Henze'schen Apparate eine vollständig zerkleinerte Masse, welche, nachdem sie abgekühlt wurde, in einem Maischbottich beliebiger Construction weiter verarbeitet werden kann. Nachdem es eher vorkommen wird, daß diese Zerkleinerungs-Vorrichtungen einer Reparatur bedürfen, als der Dämpfer selbst, und dann nothwendiger Weise der Dämpfer für eine gewisse Zeit außer Gebrauch gesetzt werden muß, dürften Zerkleinerungsvorrichtungen, welche nicht mit dem Henze'schen Dämpfer fest verbunden sind, die zweckmäßigeren sein.

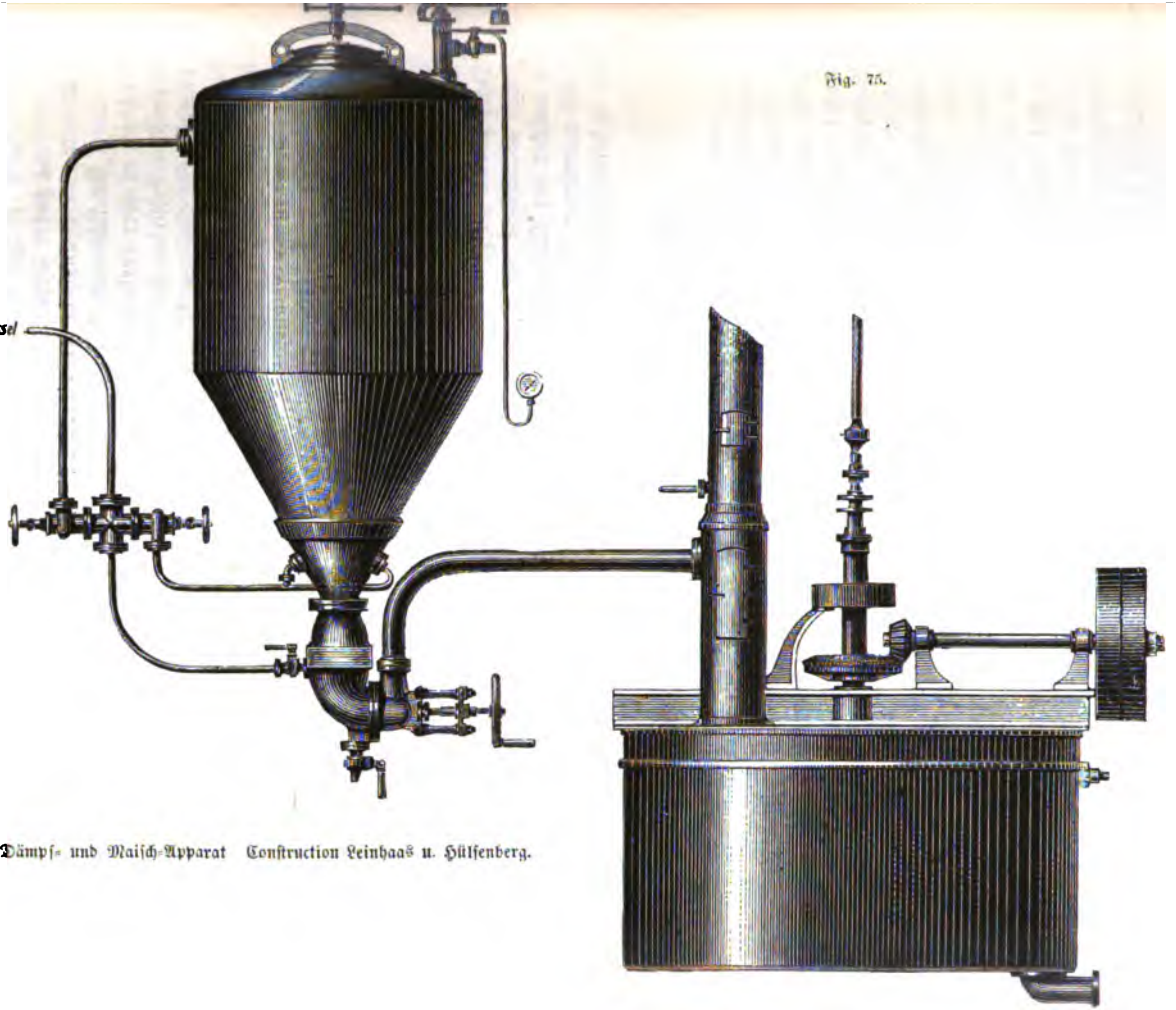
Fig. 75 giebt das Bild der Zusammenstellung des Dämpfers mit dem Maischbottich nach der Construction von Leinhaas & Hülsenberg in Freiberg i. S., Fig. 76 die Form, welche Benuleth & Ellenberger dem ganzen Apparate unter Anwendung ihrer Zerkleinerungs-Vorrichtungen gegeben haben. In Fig. 76 bedeutet A den Dämpfer, welcher mit einem Rührwerke a versehen ist, g das Ausstoßrohr für die gedämpfte Masse, l l die Lager zweier glatter Walzen, zwischen welchen die Masse blos zerdrückt wird; o und m sind die Lager zweier gerippter Walzen, welche weitere Zerkleinerung herbeiführen. Die soweit bearbeitete und zerkleinerte Masse fällt durch q in die Maischmaschine C, in welcher der Malzzusatz erfolgt. Wie man aus der Construction dieses Apparates entnehmen kann, erfordert derselbe viel Betriebskraft, es sollen aber auch die in demselben sehr stark zerkleinerten Maischen sehr vollständig vergähren.

Die combinirten Dämpf- und Maischapparate.

Nach dem von Hollefreund erfundenen Verfahren ist es möglich, unter Anwendung eines besonderen, freilich immer ziemlich complicirten Apparates die Darstellung der Maische in einem Gefäße auszuführen und bietet dieses Verfahren viele Vortheile, die aber doch hauptsächlich auf die Anwendung des Hochdruckes zurück zu führen sind. Man erreicht daher den gleichen Zweck unter Benutzung eines Henze-Dämpfers und einer guten Maischmaschine, und zwar sind die letztgenannten Apparate weit billiger zu beschaffen, dürften daher die kostspieligen combinirten Apparate schon aus diesem Grunde nicht zur allgemeinen Anwendung kommen lassen. Es sind namentlich zwei Constructionen, welche hier von Bedeutung sind und welche nach ihren Erfindern Hollefreund und Bohm benannt wurden; im Principe sind beide einander gleich, bis auf die Art der Abkühlung der gedämpften Masse, und lassen wir nachstehend, bevor wir die Einrichtung derselben speciell beschreiben, das Wesentlichste über die Einrichtung der Apparate im Allgemeinen folgen:

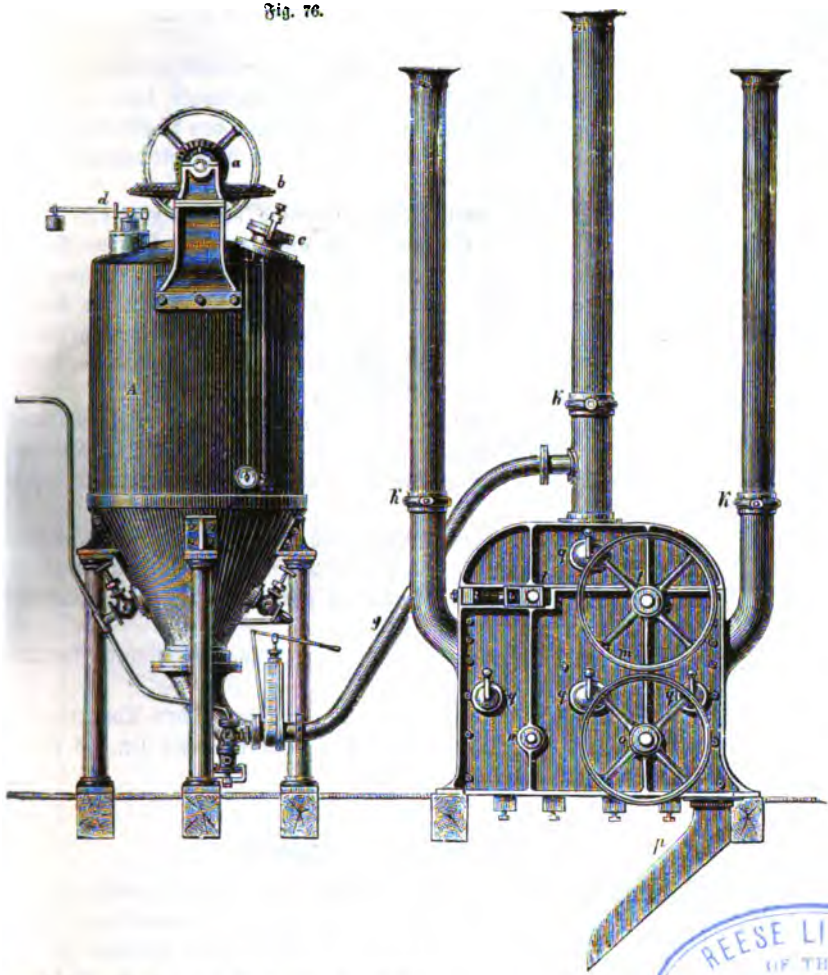
1. Die Kartoffeln werden in einem liegenden Cylinder unter Anwendung von Druck gedämpft.

Fig. 75.

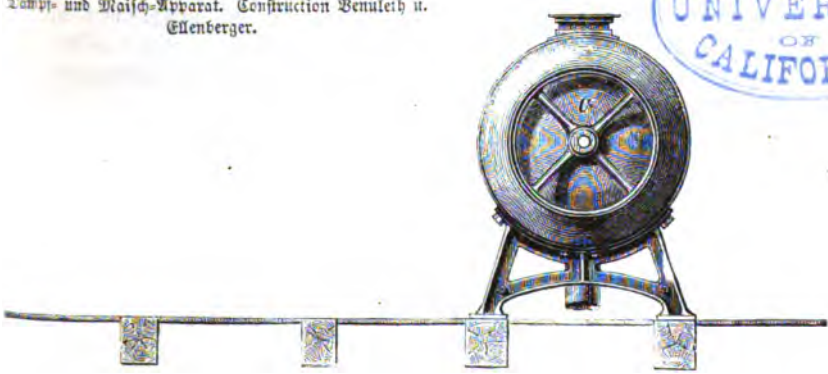


Dämpf- und Maisch-Apparat Construction Leinhaas u. Hülsenberg.

Fig. 76.



Dämpf- und Maisch-Apparat. Construction Benuleth u. Ellenberger.



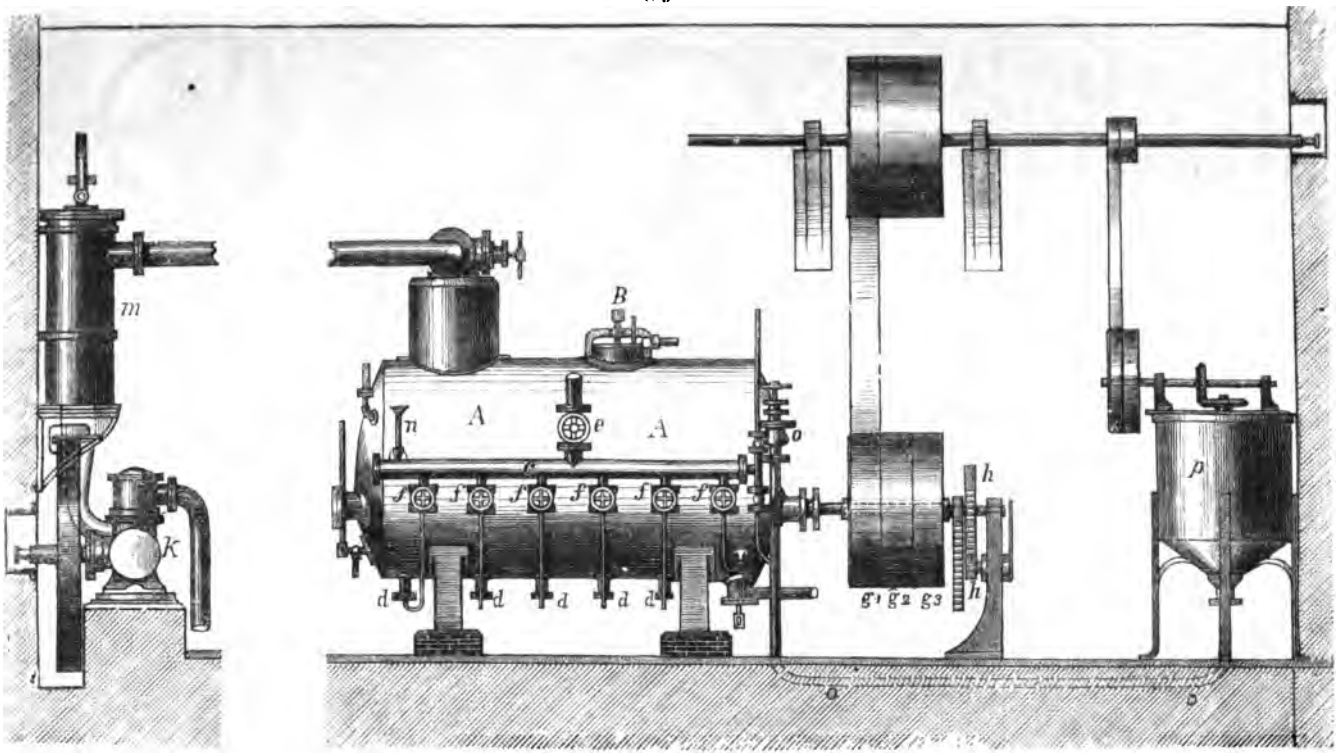
REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

2. Sie werden durch ein in dem Cylinder angebrachtes Rührwerk zerkleinert, welches bei dem Hollefreund'schen Apparate blos zu diesem Zwecke dient, bei dem Bohm'schen aber hohl und von Wasser durchströmt ist und zugleich dazu dient, die Masse bis auf Maischtemperatur abzukühlen.
3. a. Nach Hollefreund wird durch Aufhebung des Druckes die Temperatur der gedämpften Masse erniedrigt; um sie jedoch bis zur Maischtemperatur herabzubringen, verringert man durch eine Luftpumpe den Luftdruck in den Gefäßen sehr stark; in Folge der mächtigen Dampfbildung, welche hierbei eintritt und für welche die zur Ueberführung des Wassers in Dampf erforderliche Wärme der heißen Kartoffelmasse entzogen wird, findet eine rasche Abkühlung der letzteren statt.
3. b. Nach Bohm erfolgt die Kühlung dadurch, daß das hohle Rührwerk von kaltem Wasser durchzogen wird, und kann nach beendeter Maischung die Maische in dem Gefäße bis auf die Gährungstemperatur gekühlt werden.
4. Das mit Wasser angerührte Malz wird zu der genügend abgekühlten Masse gebracht und zwar in dem Hollefreund'schen Apparate durch den Druck der äußeren Luft, in dem Bohm'schen Apparate durch Einfließen aus einem höher aufgestellten Gefäße.
5. Die Maischung wird unter fortwährendem Gang des Rührwerkes ausgeführt.
6. Die fertige Maische wird aus dem Hollefreund'schen Apparate nach dem Kühlapparate geschafft, im Bohm'schen verbleibt sie, bis sie auf Gährungstemperatur abgekühlt ist.

Der Hollefreund'sche Apparat.

Der Apparat, welcher in Fig. 77 und Fig. 78 abgebildet ist, besteht aus dem Cylinder A, welcher gewöhnlich 160 ccm Durchmesser und 300 cm Länge (603 l Inhalt) hat und aus starkem Kesselblech angefertigt ist. Dieser Cylinder ist oben mit einer dampfdicht verschließbaren Oeffnung B versehen, durch welche die Kartoffeln eingetragen werden, an; der Dampf tritt durch ein seitlich angebrachtes Rohr e das Rohr c und die Röhren d, und zwar, nachdem er Kugelventile f passirt hat, in den Cylinder A. (Die Anbringung der Ventile erwies sich als nothwendig, um das Eindringen der Kartoffelmasse in das Dampfrohr zu verhindern, wenn die Luftpumpe in Gang gesetzt wird.) Das Rührwerk, dessen Axe tiefer als die Axe des Cylinders liegt, besteht aus gußeisernen Messern und ist durch Zahnräder so mit der Bewegungsmaschine verbunden, daß es am Beginne der Arbeit, wo die gedämpfte Kartoffelmasse noch der Bewegung sehr großen Widerstand entgegensetzt, ganz langsam in Gang gesetzt werden kann. Ein auf A angebrachtes Ventil i dient zum Abblasen des Dampfes nach beendeter Dämpfung; der cylindrische Condensator m, welcher ein siebartig durchlöchertes Rohr enthält, durch welches während des Aus-

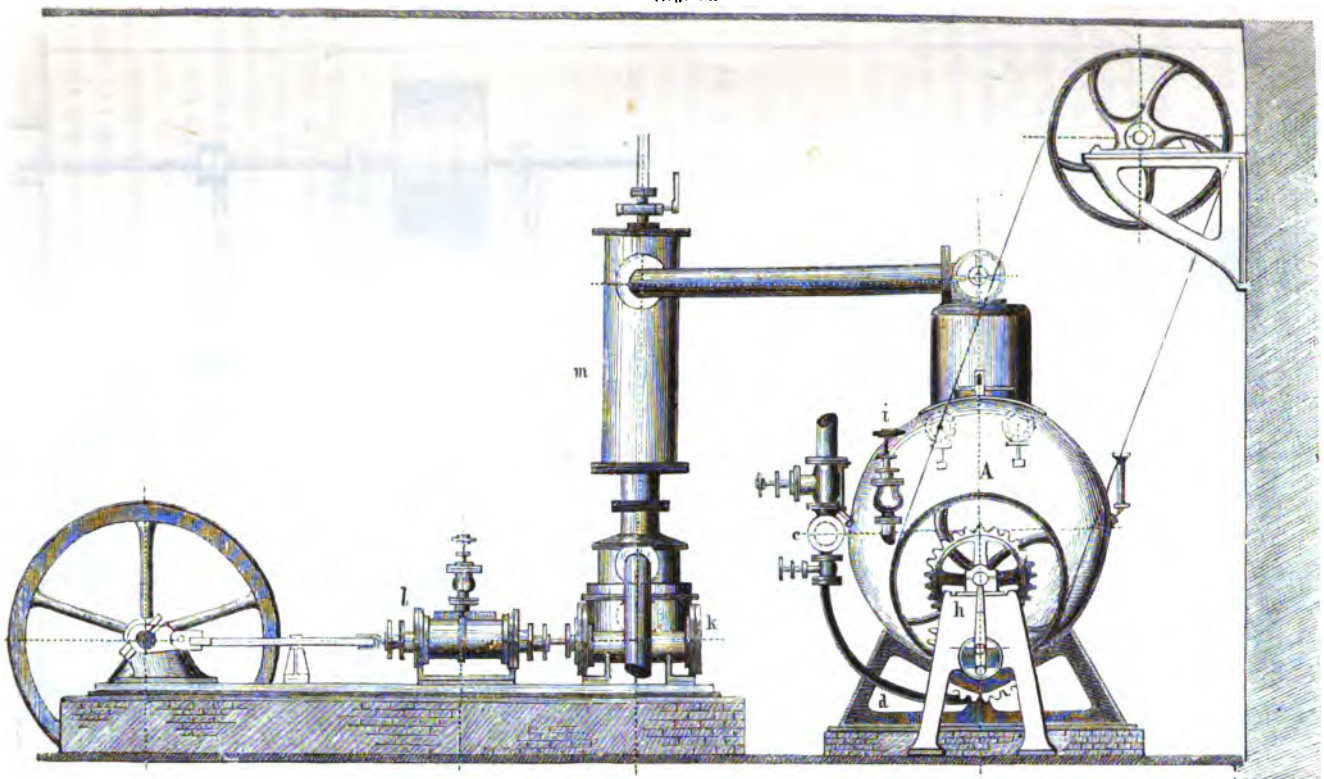
Fig. 77.



Condensator. Dämpf- und Maischgefäß. Transmissionen. Malz-Einteiggefäß.

Hollefreund's Dämpf- und Maischapparat. Seitenansicht.

Fig. 78.



Luftpumpe. Condensator. Dämpf- und Maischgefäß.

Hollefreund's Dämpf- und Maischapparat.

pumpens der Luft Wasser eingespritzt werden kann, ist durch ein Rohr mit dem hutförmigen Aufsatze des Dampfcylinders und durch ein anderes mit der Luftpumpe l in Verbindung, welche als Verdünnungs- und Verdichtungs-Luftpumpe wirken kann. Das mit einem Rührwerk versehene Einteiggefäß p für das Malz steht durch das Rohr o mit A in Verbindung.

Die Arbeit mit diesem Apparate wird nun folgendermaßen vorgenommen: Der Cylinder A wird mit Kartoffeln beschickt, der Hahn des Dampfzuflußrohres geöffnet und Dampf von $2^1/_2$—3 Atmosphären Druck eingelassen; nach 1 bis $1^1/_2$ Stunden Dämpfzeit das Rührwerk durch etwa 15 Minuten in Gang erhalten, der Dampf abgeblasen und die Luftpumpe in Thätigkeit versetzt, während in den Condensator Wasser gespritzt wird; die Zeit, während welcher die Luftpumpe wirken muß, wird durch die Angabe des Thermometers bedingt und beträgt 20—

Fig. 79.

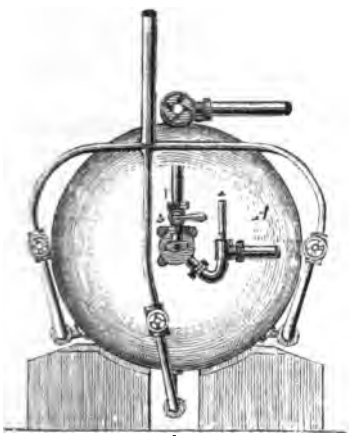
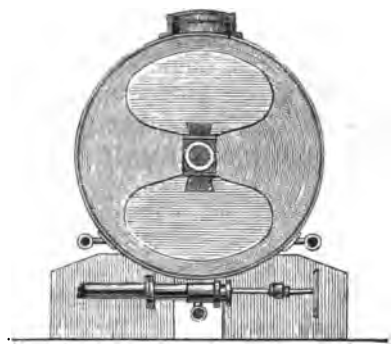


Fig. 80.



Bohm'scher Dämpf-, Maisch- und Kühlapparat.

30 Minuten, so daß sammt dem Zeitaufwande, welcher zur Entleerung des Cylinders und zur Neubeschickung erforderlich ist, die gesammte Arbeitsdauer $2^1/_2$—$3^1/_2$ Stunden beträgt.

Wie sich aus der Beschreibung des Apparates von selbst ergiebt, können zwei oder mehrere Dämpf- und Maischcylinder mit der Luftpumpe und dem Condensator verbunden sein, und muß dann bei der Beschickung der Apparate eine solche Ordnung eingehalten werden, daß der erste Cylinder eben neu beschickt wird, wenn in dem zweiten die Arbeit bis zu einem gewissen Grade fortgeschritten ist, um die Luftpumpe immer rechtzeitig in Wirksamkeit treten zu lassen.

Der Bohm'sche Apparat.

So wie bei dem Betriebe des Hollefreund'schen Apparates das Charakteristische in der Anwendung der Luftverdünnung zum Zwecke der Abkühlung der

gedämpften Kartoffelmasse liegt, ist das wesentliche Merkmal des Bohm'schen Apparates in der Einrichtung des Rührwerkes zu suchen. Das Rührwerk (Fig. 79 und Fig. 80) besteht aus einer hohlen Axe, auf der Gefäße aus Kupferblech sitzen, welche die Gestalt sehr flacher ellyptischer Cylinder (Fig. 80) haben; dieselben sind an den Seitenflächen mit Vorsprüngen versehen, welche bei der Umdrehung des Rührwerkes zerkleinernd auf die Kartoffelmasse einwirken. Die Axe, auf welcher diese Gefäße befestigt sind, besteht aus zwei in einander steckenden Röhren: durch das weitere derselben wird kaltes Wasser in die Kühlcylinder geleitet, durch das engere das erwärmte Wasser abgeführt.

Nach dem Einbringen der Kartoffeln wird in gewöhnlicher Weise gedämpft, der Dampf abgeblasen und durch den Kühlapparat, welcher gleichzeitig in Rotation versetzt wird, die gedämpfte Masse zerkleinert und auf Maischtemperatur abgekühlt. Nach Erreichung der letzteren läßt man das mit Wasser eingeweichte Malz in den Cylinder fließen, stellt das Kühlwasser ab, läßt das Rührwerk während der Verzuckerung allein laufen und setzt nach Vollendung dieses Processes die Kühlung durch Wasser wieder in Gang, bis die Maische bis auf die Gährtemperatur abgekühlt ist.

Das Dämpfen, Abblasen und Kühlen bis auf die Maischtemperatur dauert beiläufig bei dem Bohm'schen Apparate ebenso lange, wie bei jenem nach der Construction von Hollefreund, die Kühlung bis auf Gährtemperatur beansprucht 1—1½ Stunden, so daß die ganze Arbeitszeit vom Eintragen der Kartoffeln angefangen bis zum Abblasen der fertigen Maische 4—4½ Stunden dauert.

Das Maischen von Getreide.

Die Beschaffenheit des Getreides ist bekanntlich eine sehr verschiedene; während Weizen, Gerste, Roggen u. s. w. ohne große Schwierigkeiten in sehr feines Mehl verwandelt werden können, setzt der Mais in Folge seiner hornartigen Beschaffenheit der Zerkleinerung große Schwierigkeiten entgegen und bedingt auch in Folge seiner chemischen Zusammensetzung, namentlich des sehr hohen Fettgehaltes wegen, manche Abweichungen im Gange der Bearbeitung. Ueberhaupt ist die Darstellung von Maischen aus Getreide, welcher Art dasselbe auch sei, eine schwierigere Arbeit als bei Kartoffeln; während der Wasserreichthum der letzteren neben der geringen Menge von Körpern, welche nicht Stärkemehl sind, viel dazu beiträgt, die Stärke fast vollständig in Form von Maltose und Dextrin gewinnen zu lassen, setzt die Gegenwart der vielen nicht löslichen Bestandtheile und der nicht aus Stärkemehl bestehenden Körper bei Getreide der Maischebildung Hindernisse entgegen und geht auch aus besonderen Versuchen hervor, daß die Getreidestärke schwieriger aufzuschließen sei, als die Kartoffelstärke.

Um daher bei der Verarbeitung von Getreide nicht übermäßig viel Stärkemehl unaufgeschlossen zu lassen, hat man sich bemüht, das zu bearbeitende Getreide vor dem Maischen auf mechanischem Wege möglichst zu zerkleinern, eine Arbeit,

welche zwar für Weizen, Roggen u. s. w. leicht durchzuführen, für Mais aber der zähen Beschaffenheit der Maiskörner wegen sehr umständlich ist. Bei letzterem Getreide hat man, um die Aufschließung möglichst vollständig zu machen, mit Vortheil den Weg eingeschlagen, durch Keimung eine Lockerung und theilweises Löslichwerden der Bestandtheile zu erzielen, oder man sucht diesen Zweck auch durch Behandeln des Maisschrotes mit schwefeliger Säure zu erreichen, oder wendet die zuckerbildende Kraft anderer Säuren an, um das Stärkemehl des Getreides möglichst vollkommen in lösliche Verbindungen überzuführen.

Seit der Einführung des Dämpfverfahrens unter Anwendung von erhöhtem Druck ist der größte Theil jener Schwierigkeiten, welche sich bei der Verarbeitung des Getreides ergeben, beseitigt worden, indem sich hierbei nicht nur das in den Getreidekörnern vorhandene Stärkemehl leicht und vollständig in den gequollenen Zustand, in welchem es der Einwirkung zuckerbildender Körper leicht zugänglich ist, versetzen läßt, sondern auch durch Tödtung des dem Getreide anhaftenden Milchsäureferm entes eine zu weit gehende Säuerung der Maischen hintangehalten wird.

Bei der Verarbeitung von Getreide und namentlich von Mais, welcher in Ungarn und Italien vielfach zur Spiritusfabrikation angewendet wird unter Benutzung eines höheren Druckes ergab sich, daß sich die reichsten Ausbeuten dann erzielen lassen, wenn man den Mais ohne ihn vorher zu schroten, den Dämpfen unterwirft. Mit Rücksicht auf den geringen Wassergehalt und hohen Stärkegehalt des Maises muß man denselben unter Zusatz von Wasser dämpfen, und verwendet 70—100 l Wasser auf 1 Ctr. Mais, d. i. etwa so viel, daß die während des Dämpfens aufquellenden Körner einander berühren und in Folge dessen in dem Maischapparaten leicht durch den Dampfstrom und das während der ganzen Zeit des Dämpfens in Gang erhaltene Rührwerk bewegt und zerkleinert werden können. Man hat zwar in den Henze'schen Dämpfern, welche zur Bearbeitung von Mais verwendet werden, ebenfalls Rührwerke angebracht, es genügt aber bei diesen Apparaten, den Dampf in richtiger Weise zu vertheilen, um das Rührwerk entbehrlich zu machen, indem bei dem Henze'schen Apparate die Zerkleinerung hauptsächlich während des Ausblasens der gedämpften Masse erfolgt.

In Folge seiner dichten Beschaffenheit muß der Mais länger dem Dämpfen ausgesetzt werden als die Kartoffel und setzte man früher das Dämpfen durch mindestens 4 Stunden fort. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß man das Dämpfen in 1½ bis 2 Stunden beenden kann, wenn man das Wasser in dem Dampfapparate während des Eintragens des Maises in lebhaftem Sieden erhält und den Mais ohne Druck (bei geöffnetem Deckel des Apparates) durch eine Stunde kocht, das Kochen dann anfänglich mit blasendem, später mit geschlossenem Ventile noch eine Stunde andauern läßt. — Abgesehen von der Ersparniß an Zeit und Brennmaterial soll dieses Verfahren schließlich zur Gewinnung von Spiritus führen, welcher von besserem Geruche ist, als jener, welcher aus lang gedämpftem Mais erhalten wird. — Daß im letzten Falle durch die Einwirkung von Wasser, dessen Temperatur 135° C (bei 3 Atmosphären Druck) nicht übersteigt,

eine Zerſetzung des im Mais enthaltenen Fettes ſtattfinde und die entſtehenden Fettſäuren bei der Gährung übelriechende Verbindungen bilden, erſcheint ziemlich fraglich zu ſein.

Das Dämpfen von Mais und anderem Getreide kann in jedem der vorbeſchriebenen Druckapparate vorgenommen werden, da aber die gedämpfte Maismaſſe immer von zäherer Beſchaffenheit iſt als Kartoffeln, wird man mehr Kraft verbrauchen, um die Rührwerke in Gang zu erhalten und wird aus gleichem Grunde das Ausblaſen aus dem Henze'ſchen Dämpfer unter dem höchſt möglichen Druck vorzunehmen haben. —

Die weitere Bearbeitung der gedämpften Maismaſſe, welche aus den Apparaten kommt, in denen das Dämpfen vorgenommen wurde, ſchließt ſich eng an jene Methoden an, welche wir bei den betreffenden Apparaten beſchrieben haben und ſei hier auf dieſelben verwieſen.

Das Maiſchen von gemalztem Mais.

Bevor man in der Bearbeitung des Maiſes in den Hochdruckapparaten zur Kenntniß des richtigen Verfahrens gekommen war, mußte es den Anſchein haben, als wenn das Mälzen von Mais ſehr große Vortheile mit ſich bringe, denn es muß durch das Keimenlaſſen des Maiſes eine Lockerung der Körner herbeigeführt und hierdurch das Quetſchen erleichtert werden; es muß ferner beim Keimen ſchon ein Theil des Stärkemehls ſelbſt in lösliche Verbindung übergehen, und muß endlich ſo viel Diaſtaſe gebildet werden, daß dieſelbe vollkommen ausreichend iſt, um die Umwandelung der Stärke bei dem nachfolgenden Maiſchen zu bewirken, ohne daß es nothwendig wäre, noch anderes Malz anzuwenden. —

Dieſen nicht zu läugnenden Vortheilen ſtehen aber manche Nachtheile gegenüber und zwar: die bedeutend lange Zeit, welche zur Umwandelung des Maiſes in Grünmalz erforderlich iſt und der durch das Keimen nothwendiger Weiſe herbeigeführte Subſtanzverluſt, welcher ſich ſowohl auf das Stärkemehl (ſomit auf die Spiritusausbeute), als auf das Fett erſtreckt. Was das letztere anlangt, erleidet es beim Keimungsvorgang tiefgreifende Veränderungen und erſcheint es uns in dieſem Falle allerdings wahrſcheinlich, daß der aus gemalztem Mais erzielte Spiritus ſich durch ſchwer zu beſeitigenden unangenehmen Geruch auszeichnen würde; überdies iſt zu erwägen, daß die von gemälztem Mais nach dem Abdeſtilliren des Alkohols hinterbleibende Schlämpe durch den geringen Fettgehalt auch weniger Werth hat.

Die Keimungstemperatur des Maiſes liegt bedeutend höher als jene der Gerſte *) und könnte dies wohl Veranlaſſung ſein, gerade während der wärmeren Jahreszeit die Malzung von Mais auszuführen, die aber ſelbſtverſtändlich nur bei Anwendung von vollſtändig keimfähigem Mais ein befriedigendes Ergebniß liefern wird.

*) Vergleiche Band II dieſes Werkes. Seite 105.

Seit der Anwendung des Hochdruckverfahrens zur Bearbeitung von Getreide iſt man noch um einen Schritt weiter gegangen und hat die Einwirkung des Waſſers bei hoher Temperatur mit jener der Säuren verbunden. Die Säuren beſitzen an und für ſich ſchon die Fähigkeit, Stärkemehl in Zucker umzuwandeln und wird dieſe Fähigkeit bei Anwendung von Hochdruck geſteigert, ſo daß es möglich erſcheint, die Darſtellung von Maiſchen ohne Anwendung von Malz durchzuführen, indem die Wirkung der Diaſtaſe vollſtändig durch jene der Säuren erſetzt wird.

Am häufigſten wird bis nun Mais auf dieſe Weiſe verarbeitet und zwar in Form eines möglichſt feinen Mehles, welches der Säure viele Angriffspunkte darbietet, und wendet man auf 100 kg Maiſchſchrot 7—10 kg Kammer-Schwefelſäure und 400 kg Waſſer zu; das Dämpfen der Maſſe wird durch 6—8 Stunden fortgeſetzt (Maercker). Nachdem die Gegenwart der Schwefelſäure die von ſolchen Maiſchen abfallende Schlämpe als Viehfutter unbrauchbar machen würde, iſt es nothwendig, die Säure zu neutraliſiren, und zwar geſchieht dies nach dem Abkühlen der Maiſche auf Gährtemperatur, mittelſt Kalkmilch in der Weiſe, daß noch ein kleiner Ueberſchuß von freier Säure in der Flüſſigkeit bleibt. Selbſtverſtändlich kann dieſe Neutraliſation der Säure nur dann richtig ausgeführt werden, wenn der Säuregehalt der Maiſche durch Titriren ganz genau ermittelt und die durch Rechnung gefundene Kalkmenge angewendet wird.

Selbſt in jenen Fällen, in welchen man nicht beabſichtigt, die Zuckerbildung durch Einwirkung der Säuren auf das Stärkemehl herbeizuführen, befördert die Gegenwart einer ſehr geringen Menge freier Säure (Waſſer mit 1 pCt. Säuregehalt) den Verlauf des Dämpfens. An Stelle der Schwefelſäure erſcheint es angezeigt, Salzſäure anzuwenden, indem dieſe noch kräftiger invertirend wirkt, als die Schwefelſäure. Beim Neutraliſiren der unter Anwendung von Salzſäure dargeſtellten Maiſchen mit Kalk entſteht Chlorcalcium, welches ſeiner leichteren Löslichkeit wegen in der Flüſſigkeit verbleibt; es iſt noch nicht feſtgeſtellt, ob durch die Gegenwart dieſes Salzes ein nachtheiliger Einfluß auf die Gährung der betreffenden Maiſchen oder auf die Thiere, welche mit der von ſolchen Maiſchen herſtammenden Schlämpe gefüttert werden, ausgeübt wird. Bei der Anwendung von Salzſäure zur Verzuckerung iſt auch die Möglichkeit gegeben, die Neutraliſation der Säure durch Soda vorzunehmen und auf dieſe Weiſe Kochſalz in der Maiſche zu bilden; wenn das Salz nicht von nachtheiligem Einfluſſe auf die Gährung iſt, ſo wird dieſes Verfahren gewiß ein empfehlenswerthes ſein, indem die Hausthiere bekanntlich bei Darreichung von Kochſalz ſehr gut gedeihen.

Die ungleich größere Schwierigkeit, das Stärkemehl der Getreidearten im Vergleiche mit jenem der Kartoffel aufzuſchließen, läßt die gleichzeitige Anwendung von Hochdruck und Säurewirkung ſehr rationell erſcheinen und ermöglicht die Anwendung dieſes Verfahrens, wie ſchon angedeutet, den Betrieb einer Spiritusfabrik ohne Benützung von Malz, was beſonders für ſüdliche Länder, in welchen es wegen der hohen Temperatur ſchwer hält, Malz darzuſtellen, von ganz beſonderer Bedeutung erſcheint.

Ein Verfahren, welches in gewisser Beziehung zur Verzuckerung der Stärke bei Anwendung von Säuren unter Druck zu stehen scheint, ist die schon seit längerer Zeit bekannte Methode des Maischens unter Anwendung von schwefeliger Säure, welche besonders zur Verarbeitung von Mais benützt wird, und soll die schwefelige Säure zunächst dadurch wirken, daß sie eine starke Lockerung der Zellwände herbeiführt und hierdurch die Aufschließung des Zellinhaltes erleichtert.

Man wendet die schwefelige Säure, welche durch Verbrennen von Schwefel nach dem auf Seite 44 beschriebenen Verfahren in Form einer Lösung dargestellt wird in der Weise an, daß auf je 100 kg Mais 60—120 g Schwefel kommen und fügt die aus dieser Schwefelmenge gewonnene schwefelige Säure, in etwa 60 Liter Wasser gelöst, dem Wasser, in welchem das Maischschrot gequellt wird, zu; die hornartigen Theile des Maisches werden hierdurch erweicht und setzen dann der weiteren Zerkleinerung kein Hinderniß entgegen. Der Spiritus, welcher aber nach diesem Verfahren gewonnen wird, zeichnet sich durch unangenehmen Geruch aus.

Die Verarbeitung anderer Getreidearten als Mais, von Weizen und Roggen in Hochdruckapparaten geschieht in ähnlicher Weise, wie bei Mais; die Erfahrung hat gelehrt, daß man auch bei diesen Getreidearten dann am besten zum Ziele kommt, wenn man das Getreide in ungeschrotenem Zustande dem Dämpfen unterzieht und erscheint bei allen Getreidearten die Anwendung besonderer Maischmühlen, welche die gedämpfte Masse noch möglichst verkleinern, sehr angezeigt.

Das Hochdruckverfahren erscheint nach dem Gesagten als jenes, welches sich auf alle stärkemehlhaltigen Materialien anwenden läßt, und steht der Leichtigkeit der Arbeit und der erhöhten Ausbeute wegen, welche man mit diesem Verfahren erzielt, zu erwarten, daß dasselbe in nicht ferner Zeit die Anwendung des Maischverfahrens, wie dasselbe früher geübt wurde, gänzlich verdrängen werde, und zwar um so leichter, als man beim Maischen nach altem Verfahren unter Anwendung der gewöhnlichen Maischwerke stets mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, um gleichförmige Maischen zu erzielen.

Es war dies besonders ein Uebelstand, so lange man nicht im Besitze von mechanischen Vorrichtungen war, welche die innige Mischung des zu maischenden Materiales — gedämpfte Kartoffel oder Getreideschrot — mit dem Wasser und dem Malzschrot herbeiführten und erscheint es begreiflich, daß die Mengen von Stärkemehl, welche unaufgeschlossen blieben, sehr bedeutend sein mußten, um so mehr, als man auch in Bezug auf die Maischtemperatur fehlerhaft arbeitete und Temperaturen anwendete, bei welchen die Diastase nicht ihre volle Wirksamkeit zu äußern im Stande war.

Das Einmaischen nach dem älteren Verfahren geschah nach zwei von einander abweichenden Methoden: Man brachte das Schrot mit beiläufig der Hälfte des anzuwendenden Wassers von 60° C. in den Maischbottich und fügte, da durch das kalte Schrot und die Wände des Bottichs die Temperatur der Flüssigkeit zu stark erniedrigt wurde, allmälig kochendes Wasser zu, um die Maischtemperatur zu erhalten, wobei es aber nothwendig war, den Zufluß des kochenden Wassers in der Weise zu regeln, daß es in dünnem Strahle in die mittelst des Rührwerkes fortwährend bewegte Maische fiel, um nicht durch zu hohe Steigerung der Temperatur einen Theil der Diastase unwirksam zu machen. Nach dem zweiten Verfahren wird das Schrot zuerst nur mit wenig Wasser zusammengebracht oder eingeteigt und das Wasser von entsprechender Temperatur allmälig zugefügt. In beiden Fällen mußte so lange fortgemaischt werden, bis während der Zeit von zwei Stunden, welche als das Normale für die Zuckerbildung angenommen wurde, alles überhaupt in Lösung zu bringende Stärkemehl gelöst wurde.

Beim Einmaischen unter Anwendung einer Maischmaschine mit kräftig wirkendem Rührwerk erscheint es wohl am zweckmäßigsten, gleich bei Beginn der Arbeit eine gewisse Menge des Malzes in den Vormaischbottich zu bringen. Wenn man z. B. die Hälfte der gesammten Malzmenge in das warme Wasser einträgt und das Rührwerk in Gang setzt, so wird in sehr kurzer Zeit das Stärkemehl des Malzes verflüssigt sein und wird sich eine Flüssigkeit ergeben, welche eine bedeutende Menge von Diastase in Lösung hält, somit sogleich auf das Stärkemehl, welches in der Maische enthalten ist, einwirken kann, nachdem die Verkleisterung desselben eingetreten ist. Erst nachdem also die Verflüssigung des im Malze enthaltenen Stärkemehles bis zu einem gewissen Grade fortgeschritten ist, wird man mit dem Eintragen der übrigen Materialien zu beginnen haben und zwar unter stetem Gang des Rührwerkes und Zufügen von heißem Wasser oder vorsichtiges Einströmenlassen von Dampf, um der Temperatur-Erniedrigung entgegen zu arbeiten.

Nachdem man die Materialien eingetragen hat, ist die zweite Hälfte des Malzes zuzusetzen; die Wirkung desselben beginnt bei genügender Temperatur sofort und giebt sich dadurch zu erkennen, daß die Masse eine dünnflüssigere Beschaffenheit annimmt. Gewöhnlich wurde das Rührwerk dann noch so lange in Gang erhalten, bis die Masse im Bottich eine gleichförmige Beschaffenheit angenommen hatte und hauptsächlich keine Klümpchen von unverkleisterter Stärke in derselben erkennbar waren. — Der Gang des Rührwerkes wurde dann unterbrochen, um die Masse, welche durch das Rühren an die Wände des Bottichs und an den Deckel desselben geschleudert war, durch Bürsten in die Flüssigkeit zu bringen, und überließ man gewöhnlich die ganze im Bottich befindliche Masse durch etwa 30 Minuten der Ruhe — ein Vorgang, der nicht zweckmäßig genannt werden kann, indem nur durch fortwährende Bewegung der Flüssigkeit sich die Diastasewirkung auf alle in der Maische schwebenden Stärketheilchen erstrecken kann.

Erſt nach Verlauf dieſer Zeit ſchritt man zu dem ſogenannten Garbrennen, welches darin beſtand, daß man langſam heißes Waſſer von 85—90° C. zufließen ließ, um der Maiſche die nöthige Waſſermenge zuzuführen und auch die Maiſchtemperatur zu erhalten. Am zweckmäßigſten erſcheint es wohl auch, unmittelbar nach dem Eintragen der zweiten Hälfte des Malzes das noch erforderliche Waſſerquantum, welches nicht wärmer iſt als die Maiſchtemperatur, bis auf einen kleinen Theil zuzufügen und dafür Sorge zu tragen, daß die Flüſſigkeit nicht unter Maiſchtemperatur abkühle.

Die Erhaltung der richtigen Temperatur iſt nebſt der fortwährenden Bewegung einer der wichtigſten Factoren, um die Zuckerbildung möglichſt ſchnell verlaufen zu machen und wendete man in dieſem Falle das ſehr bequeme Mittel an, die Flüſſigkeit durch Einſtrömenlaſſen von directem Dampf zu erwärmen — ein Verfahren, welches offenbar nicht zu empfehlen iſt. Der Dampf hat eine Temperatur, die weit über jener liegt, bei welcher die Diaſtaſe unwirkſam wird; wenn daher direct Dampf in die Flüſſigkeit ſtrömt, ſo werden ſelbſt bei heftigſtem Gang des Rührwerkes gewiſſe Mengen von Diaſtaſe unwirkſam gemacht werden und die Zuckerbildung hierdurch mindeſtens eine Verzögerung erleiden. Weit zweckmäßiger erſcheint es, die Maiſchegefäße aus Eiſen und mit doppelten Wänden zu verfertigen und die Temperatur der Maiſche durch Dampf, welchen man zwiſchen die Gefäßwände treten läßt, zu erhalten. Daß das Rührwerk ſo lange in Bewegung erhalten werden ſoll, als gemaiſcht wird, erſcheint als eine Bedingung für die vollkommene Aufſchließung der Stärke. In dem Maße, in welchem die Zuckerbildung fortſchreitet, nimmt die Maiſche eine dünnflüſſigere Beſchaffenheit an und ſenken ſich Stärketheilchen, welche bis nun unverändert geblieben ſind, um ſo leichter zu Boden. Bleibt hingegen das Rührwerk unausgeſetzt in, wenn auch langſamerer Bewegung, ſo iſt das Niederſinken der Stärketheilchen unmöglich gemacht und erfordert die Bewegung des Rührwerkes wegen des Dünnerwerdens der Flüſſigkeit immer weniger Kraft.

Eine Maiſche, welche als gar angeſehen werden kann, ſoll kein unverändertes Stärkemehl enthalten, es ſoll die Auflöſung der Stärke ſo vollkommen ſein, daß in der klaren Flüſſigkeit nur die leeren Hülſenfragmente des Schrotes ſchwimmen; in der Praxis gelangt man bekanntlich niemals dahin, dieſe abſolute Aufſchließung zu erreichen und bleibt ſtets eine namhafte Menge von Stärke in den Trebern zurück.

An Stelle der eben beſchriebenen Methode der Maiſchung läßt ſich auch ein Verfahren anwenden, das mit jenem, welches man in der Bierbrauerei als Infuſions-Verfahren bezeichnet, die größte Aehnlichkeit beſitzt und bei deſſen Ausführung man dahin arbeitet, vollkommen klare und von allen feſten Beſtandtheilen freie Maiſchen — den ungekochten Bierwürzen ähnlich — zu erhalten. Man arbeitet auf die Weiſe, daß man die Geſammtmenge der zu bearbeitenden Materialien in einen Maiſchbottich bringt, welcher mit einem Seihboden verſehen iſt und unter Anwendung von etwa der Hälfte des geſammten Waſſerquantums eine ſehr concentrirte Maiſche herſtellt. Dieſe wird durch den Seih-

boden abfließen gelassen und die Trebern, welche eine sehr große Menge der Würze oder Maische zurückhalten, durch Uebergießen mit kleinen Partien heißen Wassers ausgelaugt, so daß schließlich in dem Bottich nur Trebern hinterbleiben und man nach Vereinigung sämmtlicher Flüssigkeiten eine ganz klare Maische erhält.

Wenn nach Beendigung einer Maischung der Vormaischbottich nicht sogleich wieder zur Herstellung einer neuen Maische in Verwendung genommen wird, muß unbedingt eine gründliche Reinigung desselben vollführt werden; die in ihm hinterbleibende Maische würde nämlich sehr rasch sauer werden und könnte die Wirkung der Diastase bei der nächsten Maischung hierdurch geschädigt werden. Die Reinigung wird am einfachsten durch kochendes Wasser, welches unter starkem Druck aus einer Brause strömt, vorgenommen; gut verschließbare Bottiche können auch durch Einströmen von Dampf auf einfache Weise gereinigt werden.

Das Verhältniß zwischen dem zu maischenden Materiale und dem zur Darstellung der Maische angewendeten Wasser muß ein solches sein, daß sich Maischen von 18 bis 20° Saccharometeranzeige ergeben; mit Bezug auf den gewöhnlich im Getreide vorkommenden Wassergehalt von 15 pCt. wird man daher auf 100 Kilo Schrot 350 bis 450 Liter Wasser anzuwenden haben und erhält dann 375 bis 475 Liter Maische; je concentrirter die Maische hergestellt wird, desto mehr wird auch der Gährraum ausgenützt werden. Die Mengen von Malz, welche man zur vollständigen Verflüssigung der Stärke bedarf, sind in Wirklichkeit sehr geringe, wenn die Aufschließung des Stärkemehles eine so vollkommene ist, wie sie z. B. in den unter Druck arbeitenden Apparaten stattfindet und durch Verbrühen nicht ein großer Theil der Diastase unwirksam gemacht wird. Als allgemeine Regeln, den Malzverbrauch auf das Minimum herabzusetzen, läßt sich Folgendes angeben:

Anwendung von möglichst kräftigem Grünmalz welches erfahrungsmäßig stärkere diastatische Wirkungen äußert, als Darrmalz; möglichst weit gehende Zerkleinerung des Malzes mit Wasser, um in kürzester Zeit alle Diastase in Lösung zu bringen; endlich wie oben erwähnt, genügende Vorbereitung der zu maischenden Materialien in Bezug auf die Aufschließung der Stärke und Einhaltung der richtigen Maischtemperatur, um durch Verbrühen des Malzes keine Verluste zu erleiden.

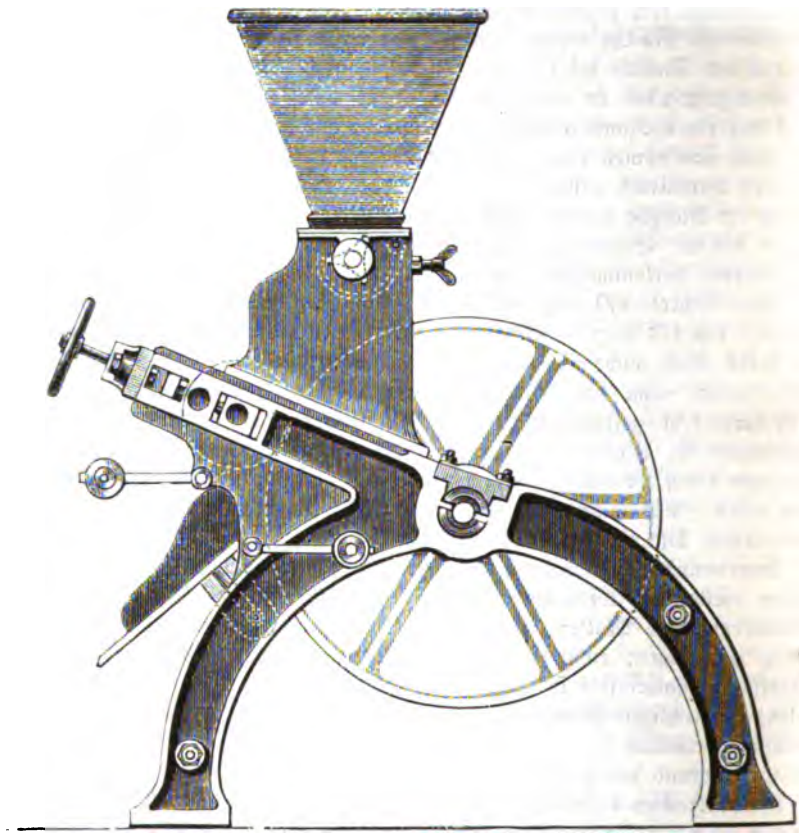
Entsprechend den Fortschritten, welche man in Bezug auf die Vorbereitung der Rohmaterialien durch das Dämpfen derselben gemacht und die Erfahrungen, die man über die Wirksamkeit der Diastase gewann, hat sich auch der Malzverbrauch für ein gegebenes Quantum fortwährend vermindert. Während man früher für die leicht aufschließbaren Kartoffelmassen bis nahezu 10 pCt. vom Gewichte der Kartoffel an Malz anwendete, ist man ohne Schädigung der Ausbeute bis auf 5 pCt. und noch mehr herabgegangen, und soll man mit 1½ pCt. Malz ausreichen können.

Bei Getreidemaischen wendete man früher bis zu 50 pCt. Malz an und behaupteten manche Fabrikanten, daß dieses Quantum noch nicht ausreichend

ſei; unter Anwendung guter Maiſchmaſchinen dürfte auch ohne jede Anwendung von Druck 25 bis 30 pCt. Malz vollkommen ausreichen; unter Anwendung von Druck genügen 15 bis 20 pCt.

Wenn man alle Verhältniſſe in's Auge faßt, ſo dürfte ſich der Malzverbrauch bei der Arbeit mit dem Bohm'ſchen Apparat am geringſten heraus-

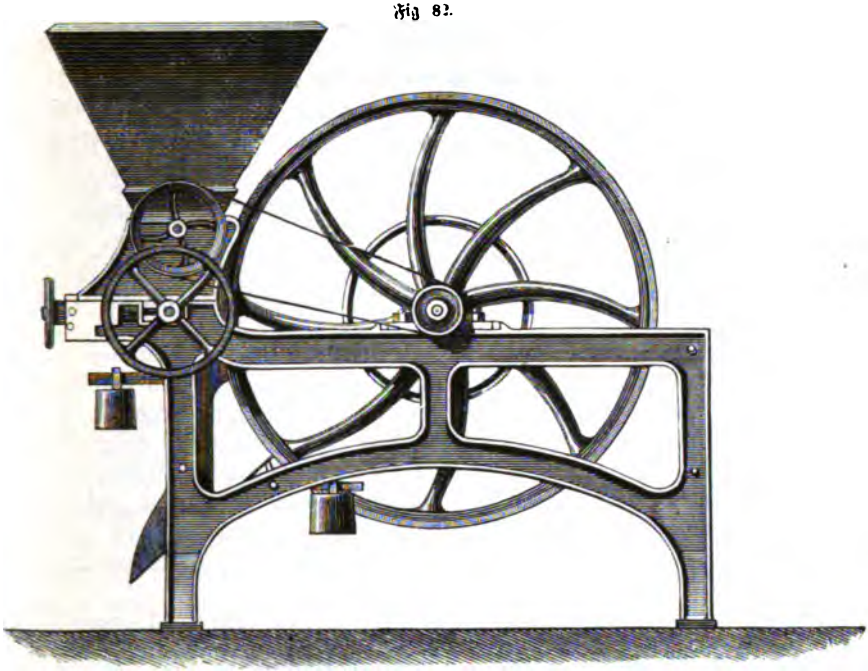
Fig. 81.



Malzquetſche. Conſtr. Leinhaas & Hülſenberg, Freiberg i. S.

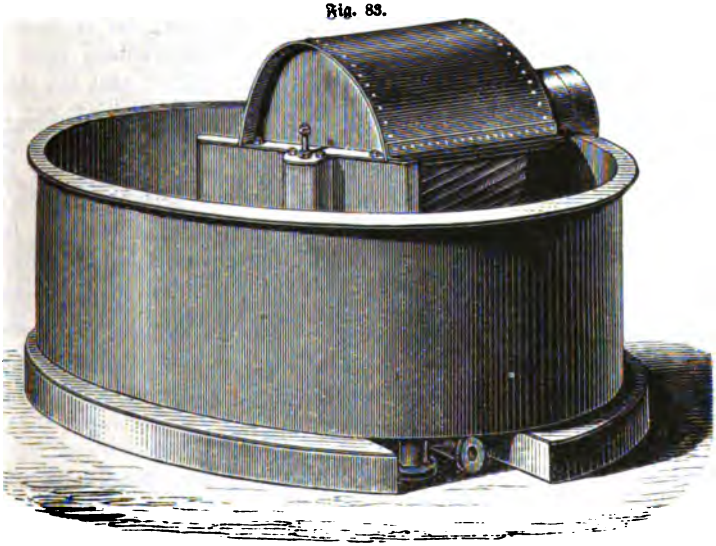
ſtellen, indem es die Einrichtung dieſes Apparates ermöglicht, ganz genau bis auf die richtige Maiſchtemperatur abzukühlen, und durch das complicirte Rührwerk leicht eine innige Miſchung des Malzes mit dem zu verzuckernden Materiale bewirkt werden kann. —

Fig 82.



Malzquetſche. Conſtr. Benuleth & Ellenberger.

Fig. 83.



Malzmilch-Apparat. Conſtr. Benuleth & Ellenberger.

Anhang.

Die Maſchinen zur Zerkleinerung des Malzes.

Bei allen Apparaten erſcheint es von größter Wichtigkeit, das Malz immer nur in möglichſt zerkleinerter Form anzuwenden, indem es dann die Verflüſſigung der Stärke in kürzeſter Zeit bewirkt und iſt man auch in dieſer Beziehung ſehr weit vorgeſchritten. Während man ſich früher damit begnügte, das Darrmalz auf Mühlen zu ſchroten und das Grünmalz zu quetſchen, bedient man ſich gegenwärtig beſonderer Apparate, welche das Malz auf das vollſtändigſte zerkleinern und mit dem Waſſer zu einer milchartigen Flüſſigkeit vermengen.

Bei Anwendung einer Malzquetſche, welche aus zwei Walzen von gleich großem Durchmeſſer beſteht, findet thatſächlich nur ein Quetſchen des Malzes zwiſchen den Walzen ſtatt; der weitergehenden Verkleinerung wegen iſt es angezeigt, Quetſchwerke anzuwenden, welche aus zwei Walzen von verſchiedenem Durchmeſſer (Fig. 81 und 82) beſtehen; in Folge der ungleichen Geſchwindigkeit, mit welcher die einzelnen Punkte der Oberfläche der Walzen fortſchreiten, wird das zwiſchen die Walzen gelangende Malzkorn gleichzeitig gequetſcht und zerriſſen und ergiebt ſich eine viel mehr gelockerte Malzmaſſe, als bei Quetſchwerken mit gleich großem Walzendurchmeſſer.

Die vollkommenſte Zerkleinerung des Malzes wird aber erzielt, wenn man ſich zum Mahlen des Malzes eines ſogenannten Malzmilchapparates bedient. Die Conſtruction dieſer Apparate kann vollſtändig mit der jener Apparate übereinſtimmen, welche man als Maiſchmühlen anwendet und kann die Zerkleinerung des Malzes eben ſo gut zwiſchen Mahlſcheiben, Flügelrädern, als in einem Holländer vorgenommen werden. — Fig. 83 zeigt z. B. die Einrichtung eines Malz-Milchapparates nach Ellenberger und Benuleth, welcher ganz mit jener des Maiſche-Zerkleinerungsapparates zuſammenfällt, der Unterſchied liegt nur in der Größe. Wenn man einen zweckmäßig gebauten Maiſchapparat mit Flügelrädern, Mahltrommel u. ſ. w. zur Verfügung hat, ſo kann man der kleinen Apparate ganz entrathen; dieſelben dürften ſich aber ganz beſonders für die Hochdruckapparate nach Hollefreund und Bohm empfehlen, indem die in den Apparat gebrachte Malzmilch mit ſehr großer Geſchwindigkeit den Verzuckerungsprozeß bewirkt. Neben guter Vorbereitung des zu maiſchenden Materiales iſt die genügende Vertheilung des Malzes einer der wichtigſten Factoren zur Erzielung der höchſten Ausbeuten.

Das Entſchalen der Maiſchen.

Bei Anwendung der neuartigen Maiſchmühlen werden die Theile der Kartoffeln und Getreides, welche nicht gelöſt werden, durch die vollkommene mechaniſche Bearbeitung ſehr ſtark zerkleinert und üben dann bei den nachfolgenden

Operationen keinen ſtörenden Einfluß aus; bei Maiſche, welche nicht ſo kräftig bearbeitet wurde und noch größere Stücke feſter Körper: Schalen und unaufgeſchloſſene Kartoffelſtücke zurück hielt, können aber letztere durch Verſtopfung von Rohrleitungen ſehr nachtheilig wirken. Es iſt daher ſehr zweckmäßig, dieſe feſten Körper aus der Maiſche abzuſcheiden und kann dies durch ein einfaches Sieb geſchehen, dem man eine langgeſtreckte Form giebt und welches durch eine mechaniſche Vorrichtung in ſtoßender Bewegung erhalten werden kann. Die durch das Sieb dringende klare Maiſche fällt in eine untergeſetzte Wanne, die auf dem Sieb hinterbleibenden feſten Körper werden am andern Ende des Siebes ausgeworfen und können, nachdem ſie durch Auswaſchen von der ihnen anhängenden Maiſche befreit worden, als Viehfutter verwendet werden.

Die Kühlung der Maiſchen.

Die Maiſchen, welche in den Hochdruckapparaten nach Bohm dargeſtellt wurden, verlaſſen dieſelben ſchon mit jener Temperatur, bei welcher ſie zur Gährung angeſtellt werden ſollen; bei allen anderen Verfahren erhält man nach beendigtem Maiſchproceſſe die Maiſche als heiße Flüſſigkeit, deren Temperatur nur wenig höher als jene iſt, bei welcher die Bildung von Milchſäure ſehr kräftig vor ſich gehen kann. Nachdem die Milchſäure aus dem Zucker entſteht, ſo werden hierdurch Verluſte an gährungsfähigem Materiale bedingt, und kann durch ein Zuviel an Milchſäure der richtige Verlauf der Gährung geſtört werden. Um beiden Mißſtänden vorzubeugen, iſt es daher von größter Wichtigkeit, die Maiſche ſo ſchnell als möglich bis auf die Temperatur abzukühlen, bei welcher das Anſtellen zur Gährung erfolgen ſoll.

Die Apparate, deren man ſich zur Abkühlung der Maiſche bis zur Anſtellungstemperatur bedient, haben im Laufe der Zeit eine mächtige Wandlung erlitten; der Fortſchritt, welchen man vom Kühlſchiffe bis zu den neuartigen Berieſelungskühlern gemacht hat, iſt ein ſehr großer und war in mehrfacher Beziehung ein mächtiges Förderungsmittel der Spiritusfabrikation: durch die Anwendung der neuen Apparate wird nicht nur die Kühlung in ſehr kurzer Zeit herbeigeführt, ſondern eben dadurch, daß die Abkühlung der Maiſche ſchnell erfolgt, den Verluſten, welche durch Milchſäurebildung entſtehen können, vorgebeugt.

Bei der Abkühlung von Maiſchen, welche mit 60—62,5° C. (48—50° C.) zur Kühlung gebracht werden, handelt es ſich darum, dieſelben je nach ihrer Concentration auf 15° C. (12° R.) oder 12,5° C. (10° R.) abzukühlen und iſt es von Wichtigkeit, die Temperatur ſo ſchnell als dies nur möglich iſt, auf etwa 30° C. herab zu bringen, indem über dieſer Temperatur die Bildung von Milchſäure ſehr energiſch vor ſich geht.

Je nach der Art, in welcher man die Kühlung ausführt, kann man die diesbezüglichen Apparate in mehrere Gruppen bringen und unterſcheidet man hauptſächlich drei Methoden der Kühlung: 1. durch Verdunſtenlaſſen eines Theiles der Flüſſigkeit (Kühlſchiffe), 2. durch Abkühlung der in Röhren ſtrömenden Flüſſigkeit

mittelſt kalten Waſſers, welches die Röhren umgiebt und in einer der zu kühlenden Maiſche entgegengeſetzten Richtung fließt (Gegenſtromapparate), und 3. durch Abkühlung der Maiſche auf Flächen von beſonderer Geſtalt, welche von unten her erkaltet werden (Berieſelungskühler).

Die älteſten Apparate, deren man ſich zur Abkühlung der Maiſchen bedient, ſind die Kühlſchiffe — ſehr flache, aber lange und breite Behälter, welche an einem Orte aufgeſtellt ſind, an welchem lebhafter Luftzug herrſchen ſoll, nud früher aus Holz, gegenwärtig wohl nur mehr aus Eiſen angefertigt werden. Die Maiſche, welche im heißen Zuſtande auf das Kühlſchiff gebracht wird, bildet auf ihrer ganzen ſehr großen Oberfläche Dampf; die zur Dampfbildung erforderliche Wärme wird der Flüſſigkeit ſelbſt entnommen und dieſe daher ſtark abgekühlt, vorausgeſetzt, daß die Verhältniſſe der Verdampfung günſtige ſind, d. h. die Atmosphäre arm an Waſſerdampf iſt, niederer Barometerſtand herrſcht und die ſich bildenden Dämpfe ſchnell von dem Luftzuge fortgeführt werden.

Unter dieſen Umſtänden, welche die für die Kühlung günſtigſten ſind, verläuft die Abkühlung ſehr raſch und gleichmäßig, und kann es in Folge der ſchnell vor ſich gehenden Dampfbildung ſogar geſchehen, daß die auf dem Kühlſchiffe lagernde Maiſche eine niedrigere Temperatur annimmt, als die äußere Luft. Dieſe günſtigen Verhältniſſe treffen aber nur in ſelteneren Fällen zuſammen und kann es in ungünſtigen Fällen, namentlich bei großem Feuchtigkeitsgehalt der Luft geſchehen, daß die Verdampfung ſo träge vor ſich geht, daß nur eine ſehr ſchwache Kühlung eintritt und die Maiſche viele Stunden auf dem Kühlſchiffe verweilen muß, ehe ſie genügend erkaltet iſt, um zur Gährung angeſtellt zu werden. Wie vergleichende Verſuche*) gezeigt haben, findet die Abkühlung der Maiſchen (oder der den Maiſchen in vieler Beziehung ſehr ähnlichen Bierwürzen) von den hohen Temperaturen bis auf etwa 40° C. in verhältnißmäßig kurzer Zeit ſtatt, von dieſer Temperatur angefangen aber nur ſehr langſam; eine Bierwürze von 75° kühlte bei 0° C. Lufttemperatur in 1½ Stunden bis auf 38° C. ab, brauchte aber von da an noch 5 Stunden, um bis auf 12° C. abzukühlen, ſo daß Maiſchen auf dem Kühlſchiffe ſich durch ſehr lange Zeit in jenen Verhältniſſen befinden, in welchen die Bildung von Milchſäure ſehr lebhaft ſtattfindet.

Neben dieſem Uebelſtande haftet der Anwendung von Kühlſchiffen noch eine Reihe anderer an, welche wir hier nur kurz anführen wollen. Kühlſchiffe ſind wegen ihrer Größe koſtſpielig, erfordern zur Aufſtellung einen beſonderen Bau und iſt die Reinigung derſelben eine ziemlich umſtändliche Sache. Um durch die Dampfbildung nicht in der Fabrik beläſtigt zu werden, und auch für möglichſt raſche Fortſchaffung des Dampfes zu ſorgen, muß das Kühlſchiff ziemlich hoch aufgeſtellt werden. Es iſt in dieſem Falle nicht nur die Anlage längerer Röhrenleitungen erforderlich, ſondern es muß beſtändig eine gewiſſe Kraft angewendet werden, um die Maiſchen auf die Kühlſchiffe zu heben; die Koſten für die Beſchaffung dieſer Kraft bilden im Laufe eines Jahres eine ganz anſehnliche Summe

*) Vergleiche Band III dieſes Werkes Seite 339.

und muß man das Kühlschiff als einen gegenwärtig nicht mehr zweckmäßigen Apparat bezeichnen.

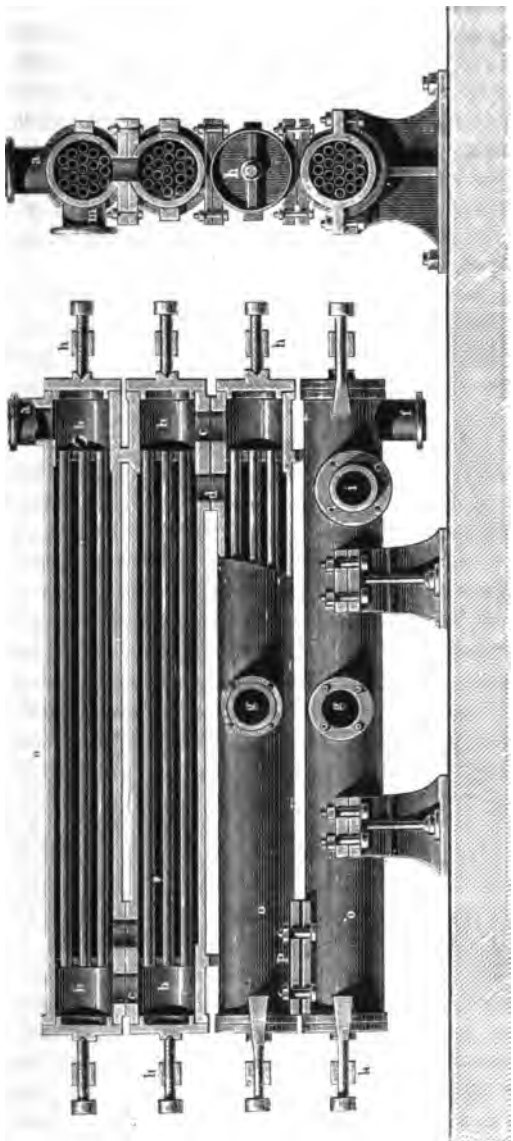


Fig. 84.

Röhren-Kühlapparat mit Gegenströmung.

Ein sehr großer Fortschritt in der Kühlung wurde zuerst von Nägeli durch Einführung von Gegenstrom-Röhrenkühlern gemacht und bestehen die Röhrenkühler aus zwei Rohren, welche in einander stecken. Die zu kühlende Maische fließt durch das innere Rohr, das zur Abkühlung dienende Wasser durch das äußere Rohr, und zwar in einer Richtung, welche jener der Maische entgegengesetzt ist; in Folge dieser Einrichtung kommt das oben eintretende Kühlwasser mit jenem Theil des Maischrohres in Berührung, in welchem sich schon stark gekühlte Maische befindet und kühlt diese noch etwas ab; in dem Maße, in welchem das Wasser vorwärts strömt, nimmt es von der Maische fortwährend Wärme auf, so daß bei gehöriger Länge der Röhren das Kühlwasser mit nahezu derselben Temperatur austritt, mit welcher die Maische in den Apparat gelangt und letztere den Apparat mit einem Wärmegrade verläßt, der nur um weniges höher ist, als jener des Kühlwassers.

Da es wegen der Geschwindigkeit, mit welcher die Maische durch die Röhren fließen muß, zur Erreichung einer genügenden Abkühlung erforderlich ist, den Röhren eine sehr bedeutende Länge zu geben, trifft man die Einrichtung, kürzere Röhren anzuwenden, welche durch Kniestücke zu einem einzigen verbunden sind. Diese Einrichtung ermöglicht es auch, die Kniestücke abzunehmen und die Röhren mittelst entsprechend geformter Bürsten zu reinigen.

Es ergiebt sich von selbst, daß die kühlende Wirkung eines Röhrenkühlers eine um so kräftigere sein muß, je geringer der Querschnitt der von der heißen Flüssigkeit durchzogenen Röhren ist; man darf aber bei den zur Abkühlung von Spiritusmaischen dienenden Kühlern mit der Verminderung des Röhrendurchmessers nicht zu weit gehen, indem es bei einer Maische, welche nicht vollkommen von Klumpen und festen Körpern befreit ist, vorkommen kann, daß eine Verstopfung der engen Röhren stattfindet, wodurch eine unliebsame Störung im Betrieb des Apparates eintritt. Recht zweckmäßig erscheint die Anwendung mehrerer Röhren von ovalem Querschnitt, indem diese durch ihre größere Oberfläche im Vergleiche mit jenen von kreisförmigem Querschnitt besseren Kühleffect liefern und diese in ein weiteres Rohr einschließen. Kühlapparate dieser Form finden sich noch häufig in Bierbrauereien zur Kühlung von Würze vor und besteht der in Fig. 84 abgebildete Apparat aus einer Batterie gußeiserner Röhren von 2 bis 2,8 m Länge und 15,6 cm Durchmesser; die 19 Kupferrohre haben 1,64 cm inneren Durchmesser und sind durch Kupferplatten b, welch' letztere genau in die Eisenröhren eingepaßt und mittelst Kautschukeinlagen gedichtet sind, an den Enden verbunden. Die Eisenröhren sind durch Flanschen p zusammengeschlossen und stehen durch die Oeffnungen c und d mit einander in Verbindung. Die zu kühlende Flüssigkeit tritt durch a nach b, fließt durch die Kühlröhren, geht bei c in das nächstliegende Rohr und strömt bei f in gekühltem Zustande ab. Anstatt die Röhrenbündel, deren man zur Kühlung von Maische wegen der dickflüssigeren Beschaffenheit derselben eine geringere Zahl von größerem Durchmesser anwenden muß, in weite Röhren zu legen, kann man sie auch blos in passender Anordnung neben- und übereinander bündelweise in einen Kasten einschließen, durch welchem das Kühlwasser fließt. Die Röhrenbündel stehen

aus dem Kasten hervor und sind durch Bogenstücke mit einander verbunden; durch Platten, welche in den Kasten eingesetzt sind, wird das Kühlwasser gezwungen, in einer Richtung zu strömen, welche jener der Maische entgegengesetzt ist. Um die zu kühlende Maische mit der nöthigen Geschwindigkeit durch engere Rohre zu befördern, muß eine Druckpumpe angewendet und der Gang derselben so regulirt werden, daß bei einem bestimmten Wasserzufluß die Kühlung der Maische eben bis auf die Anstell-Temperatur erfolgt. Die Reinigung der Kühler nach beendigter Arbeit geschieht entweder, indem man Wasser durch die Maischröhren treibt oder einen Dampfstrom durch sie streichen läßt, nachdem man das Kühlwasser abgelassen hat. Das Reinigen mittelst des Dampfstromes ist das bequemste Verfahren, und werden durch die hohe Temperatur des Dampfes alle an den Wänden der Rohre zurückgebliebenen Fermente getödtet.

Fig. 85.

Querschnitt der Kühlröhren bei den Berieselungs-Kühlapparaten System A. Neubecker.

In der Bierbrauerei haben sich schon seit einer Reihe von Jahren die Flächenkühlapparate oder „Berieselungskühler" zur Kühlung von Würze vielfach Eingang verschafft, ohne daß sie jedoch mit gleichem Erfolge zur Abkühlung von Spiritusmaische verwendet werden konnten, indem die zähflüssigere Beschaffenheit der Maische ein Hinderniß für das „Berieseln" bildete. Durch Anbringung passender Abänderungen in der Construction dieser Apparate hat man es jedoch dahin gebracht, dieselben auch zur Abkühlung dickerer Flüssigkeiten anwenden zu können.

Bei den Flächenkühlern wird die kühlende Wirkung dadurch hervor gebracht, daß die heiße Flüssigkeit über zwei mit horizontalen Wellungen versehene Bleche herabrieselt, zwischen welchen Wasser circulirt. Bei den derartigen Apparaten nach Lawrence tritt das Kühlwasser unten zwischen die Bleche und steigt den Biegungen derselben folgend nach aufwärts, indeß die zu kühlende Flüssigkeit aus einem über dem Apparate angebrachten Behälter auf die Bleche fällt, sich auf diesen

in dünner Schicht ausbreitet, den Biegungen folgend herabgleitet und unten in gekühltem Zustande in ein Sammelgefäß fließt.

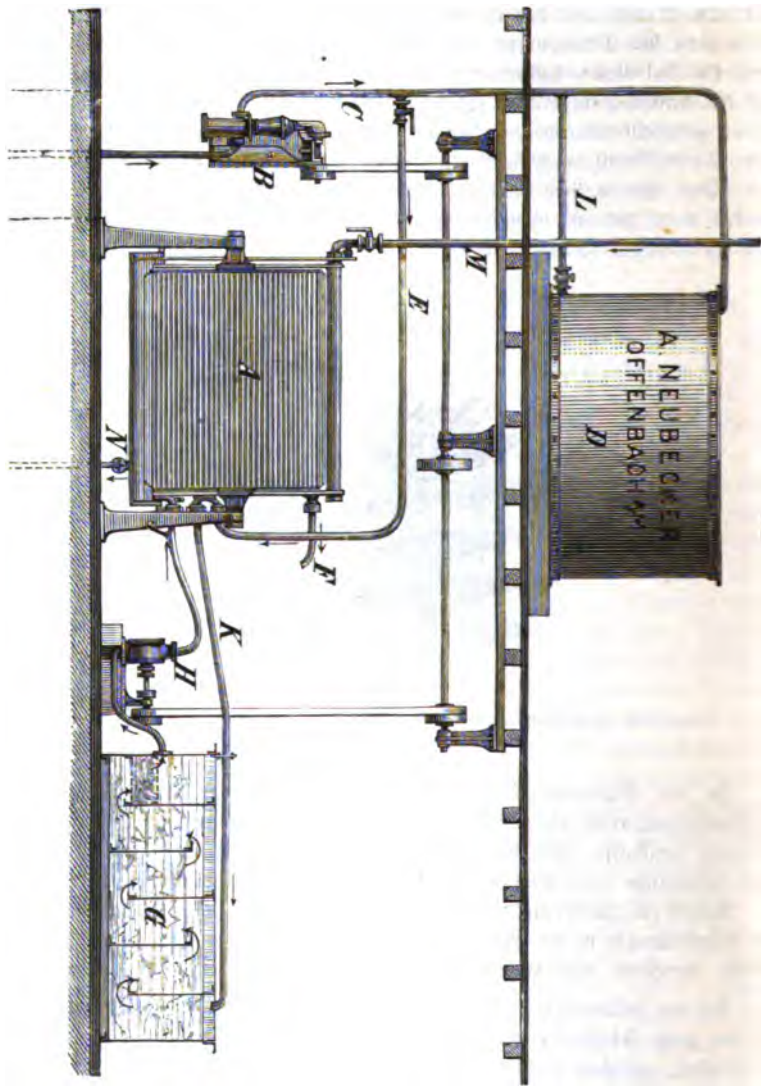


Fig. 86.

Zusammenstellung des Kühlapparates für gleichzeitige Anwendung von Brunnen- und Eiswasser.

Bei Flächenkühlern anderer Construction, z. B. jener von Neubecker ist die Einrichtung getroffen, daß die Kühlflächen durch ein System von Röhren mit

eigenthümlich geformtem Querschnitt (Fig. 85) gebildet werden, in welchen das Wasser unten eintritt, und nachdem es je zwei neben einander liegende Röhren in entgegengesetztem Sinne durchströmt hat, oben abläuft. Die Anwendung einer aus Röhren zusammengesetzten Kühlfläche macht es wegen der größeren Festigkeit der Röhren im Vergleich mit den Blechen möglich, das zum Kühlen verwendete Wasser unter stärkerem Druck, z. B. aus einem hoch aufgestellten Behälter durch den Apparat fließen zu lassen.

Indem die zu kühlende Flüssigkeit in Folge der zwischen ihr und dem Metalle stattfindenden Adhäsion über die von innen heraus erkalteten Kühlflächen herabrieselt, wird sie so vollständig abgekühlt, daß der Unterschied zwischen der Temperatur des zur Abkühlung verwendeten Wassers und jener der gekühlten Flüssigkeit kaum einen Grad beträgt und man daher in den meisten Fällen mit gewöhnlichem Brunnenwasser ausreicht, um Maischen selbst bis auf eine niedrige Anstelltemperatur abzukühlen. Die Construction der Berieselungskühler macht es übrigens auch möglich, die Kühlung gleichzeitig unter Anwendung von Brunnen- und Eiswasser auszuführen, und zeigt die nebenstehende Abbildung die Zusammenstellung des Apparates zu diesem Zwecke. In Fig. 86 stellt A den Flächenkühler dar, welcher in seinem oberen Theile durch das Rohr E mit Brunnenwasser gespeist wird, welches bei F erwärmt ausfließt. In die unteren Röhren des Kühlers tritt durch das Spiel der Pumpe H das aus dem Eiskasten G geschöpfte Eiswasser und wird dasselbe durch das Rohr K wieder in den Eiskasten zurückgeführt. Die Pumpe B fördert Brunnenwasser durch E in den Kühlapparat und durch das Steigrohr C nach dem Vorrathsbehälter D, aus welchem es nach Bedarf durch L und E wieder an den Kühlapparat abgegeben werden kann. Die zu kühlende Maische gelangt durch das Rohr M auf den Kühlapparat und fließt bei N gekühlt ab.

Wenn man in der Spiritusfabrik eine genügende Menge von Kühlwasser zur Verfügung hat, so reicht man unter Anwendung zweckmäßig construirter Röhren oder Flächenkühler zur Kühlung ohne Kühlschiff aus und dürfte es nur während der heißen Jahreszeit nöthig sein, Eis zur Abkühlung neben Wasser zu verwenden. Der Ersparniß an Eis wegen kühlt man mit Wasser so weit, als dies eben angeht und vollführt das Beenden der Abkühlung mit Eis respective Eiswasser von 0° C.

Die Menge von Eis, welche hierfür nöthig ist, läßt sich auf einfache Art berechnen, wenn man annimmt, daß 1 kg Eis von 0° C. rund 80 Wärmeeinheiten binden müsse, um zu schmelzen. Ein Kilogramm Eis vermag demnach beim Schmelzen 80 Liter Wasser um 1° C. abzukühlen und kann man leicht berechnen, wie viel Kilogramm Eis erforderlich sein werden, um ein gegebenes Maischquantum auf Gährungstemperatur abzukühlen.

Es seien z. B. 3600 Liter Maische, welche durch Wasserkühlung nur bis auf 20° C. abgekühlt werden können, durch Eis auf 12,5° C. abzukühlen. Wie viel Eis ist hierfür erforderlich?

20° C. bis 12,5° C. ist 7,5° C. Temperaturunterschied. $3600 \times 7{,}5 = 27000$ Wärme-Einheiten, sind der Maische durch Eis abzunehmen. Ein Kilogramm Eis nimmt 80 Wärmeeinheiten auf: $\frac{27000}{80} = 337{,}5$.

Es werden somit 337,5 kg Eis geschmolzen werden müssen, um die Maische auf 12,5° C. abzukühlen; nachdem in der Praxis immer gewisse Verluste durch Wärmezufuhr von außen stattfinden, wird man auf einen Eisverbrauch von rund 350 kg rechnen können.

Man erhält aber hierbei auch 350 Liter Eiswasser (von Null-Graden) und kann sich dieses kalten Wassers auch noch mit Vortheil bedienen, um ein gewisses Maischquantum abzukühlen.

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

XI. Die Bereitung der Kunsthefe.

Ebenso wie von der richtigen Behandlung der im Malz enthaltenen Diastase der Verlauf des Maischprocesses abhängig ist, hängt von der richtigen Beschaffenheit des Fermentes, durch welches die Umwandlung des Zuckers in Alkohol veranlaßt wird, der Verlauf des Gährungsprocesses ab. Das Ferment, welches bei der Gährung in Wirksamkeit tritt, ist bekanntlich ein Organismus, die Obergährung erregende Varietät von Saccharomyces cerevisiae. Man könnte nun am einfachsten und sehr leicht die Maischen auf die Weise in Gährung versetzen, daß man ihnen Bier- oder Preßhefe zufügt und ist dies auch das Verfahren, welches früher allgemein eingeschlagen wurde.

Gegenwärtig arbeitet man wohl kaum mehr auf diese Weise und stellt sich das Gährmittel, die sogenannte Kunsthefe, in den Spiritusfabriken selbst dar. Mit Rücksicht auf den Umstand, daß man jetzt schon dahin gekommen ist, die Malzmengen, welche man den Kartoffelmaischen zufügen muß, um die Verzuckerung der Stärke herbeizuführen, auf eine sehr geringe Menge zu reduciren, gewinnt die Fabrikation der Kunsthefe eine immer größere Wichtigkeit, indem Kartoffelmaischen, welche so arm an den löslichen Bestandtheilen des Malzes sind, nicht im Stande sind, den Hefepilz richtig zu ernähren. Wir wollen erwähnen, daß in Bezug auf die Gährung der Spiritusmaischen und jene der Bierwürzen hier ein bedeutender Unterschied hervortritt. Während letztere, nur aus Malz oder doch nur unter Zusatz von geringen Mengen ungemälzten Getreides dargestellt, dem Hefepilz ein so ausgezeichnetes Nahrungsmittel darbieten, daß derselbe normal fortwuchert und die bei einer gesunden Gährung gefallene Hefe sofort wieder als Stellhefe für die folgende Gährung verwendet werden kann, muß man für die Gährungen von Maischen stets in besonderen Flüssigkeiten, welche alle Nährstoffe des Hefepilzes in reichlichem Maße enthalten, den Pilz stark vermehren und diese Flüssigkeit, die „Kunsthefe", der in Gährung zu versetzenden Maische zusetzen; dieselbe erhält hierdurch neben einer für ihre schnelle Vergährung genügenden Zahl von

Pilzen zugleich die zur Ernährung der letzteren erforderlichen Stoffe. Der Hefepilz bedarf bekanntlich zu seiner normalen Ernährung Zucker, Mineralsalze und Eiweißkörper; er findet die ersteren in jeder Maische, die letzteren jedoch nur in gewissen Bestandtheilen des Malzes, eventuell der Malzkeime, welche, wie wir unten sehen werden, an Stelle des Malzes zur Herstellung von Kunsthefe verwendet werden können.

Man kann demnach den Begriff „Kunsthefe" so definiren, daß man als Kunsthefe eine Maische bezeichnet, in welcher jene Eiweißkörper, deren der Hefepilz zu seiner Ernährung bedarf, in sehr reichlicher Menge enthalten sind, und in welcher Alkoholferment in kräftiger Entwickelung begriffen ist. Die chemischen Vorgänge, welche bei der Löslichmachung der Eiweißkörper stattfinden, wurden schon an früherer Stelle auseinandergesetzt, wir können uns daher sogleich der Art, in welcher die einzelnen Arbeiten ausgeführt werden, zuwenden.

Zur Herstellung der Kunsthefe stellt man zuerst eine Malzmaische von 15—17—20° Saccharometeranzeige her und zwar am zweckmäßigsten mittelst eines Malzmilchapparates, um alle löslichen Bestandtheile des Malzes schnell in Lösung zu bringen. Hat man keinen derartigen Apparat zur Verfügung, so giebt es wohl kein anderes Mittel um eine gleichförmige klumpenfreie Maische zu erhalten, als dieselbe durch Bearbeitung des Malzschrotes und Wassers mittelst Rührscheiten herzustellen — eine mühsame und zeitraubende Arbeit. Um nach beendigtem Durchschlagen des Malzschrotes mit Wasser von etwa 40° C. die Maische auf die erforderliche Temperatur von etwa 60° C. zu bringen, fügt man ihr heißes Wasser zu, wobei aber letzteres nur in einem dünnen Strahle und während die Maische sehr stark bewegt wird, zugegossen werden darf, um die Diastase nicht durch Verbrühen unwirksam zu machen.

Es ist daher immer angezeigt, auch bei der Bereitung der Kunsthefe die Handarbeit durch Maschinenarbeit zu ersetzen und die Maischung des Hefegutes mittelst eines besonderen Apparates auszuführen und die so erhaltene gleichförmige Malzmilch in einem Apparate von geeigneter Construction auf Maischtemperatur, 57,5—60° C. (46—48° R.), zu erwärmen. Nachdem das Erwärmen der Kunsthefemaischen auch nach beendeter Wirkung der Diastase auf das Stärkemehl zum Zweck der Säurebildung durch längere Zeit fortgesetzt werden muß, ist es immer zu empfehlen, sich eines durch Dampf heizbaren Apparates zur Darstellung der Kunsthefe zu bedienen und verwendet man als solchen gewöhnlich ein oben prismatisches, unten halbcylinderförmiges Gefäß, welches mit doppelten Wänden versehen ist, zwischen welchen Dampf circulirt und in dem ein horizontales Rührwerk angebracht ist, somit eine Art heizbaren Vormaischbottich.

Die Maltosebildung vollzieht sich, nachdem man die Maische durch Dampf auf die Temperatnr von 60° C. gebracht hat, sehr rasch und erhält man die Maische durch etwa 1—2 Stunden in dieser Temperatur. Nach Verlauf dieser Zeit stellt man den Dampf ab und hebt auch den Deckel des Apparates ab, um die Temperatur der Maische auf 50° C. zu erniedrigen. Bei dieser Temperatur beginnt die Entwickelung des Milchsäureferm entes lebhaft zu werden und vollzieht

sich die Säurebildung und die Peptonisirung der Eiweißkörper; man überläßt die Maische unter Erhaltung der Temperatur von 50—55° C. durch 20—24 Stunden sich selbst, rührt sie aber häufig um. Dieses Umrühren hat weniger den Zweck, die sich bildende Milchsäure durch die ganze Maische zu vertheilen — obwohl dies auch günstig wirkt — als jenen, die Aufnahme einer möglichst großen Menge von Sauerstoff zu bewirken. Die möglichst reiche Zufuhr von Sauerstoff ist nämlich eine der Hauptbedingungen zur Erzielung einer kräftigen Hefe, und soll auch das Rühren während der Gährung der Kunsthefe selbst öfters vorgenommen werden.

Nach vollendeter Säuerung des Hefegutes muß dasselbe genügend abgekühlt werden, bevor man den Zusatz von Mutterhefe giebt, und ist die Temperatur, bis zu welcher man abkühlt, von bedeutendem Einflusse auf die vergährende Kraft der sich bildenden Hefe. Kühlt man das Hefegut nur bis auf 20—22° C. ab und fügt Mutterhefe zu, so tritt sogleich sehr starke Gährung ein — ein Vorgang, auf welchen man aber gar nicht abzielt. Hefe, welche aus solchen sehr stürmischen Gährungen hervorgeht, ist nicht kräftig. Es ist vielmehr angezeigt, das Hefegut bei verhältnißmäßig niederer Temperatur, 9—12° C., wie sie durch Einsetzen eines von kaltem Brunnenwasser durchflossenen Kühlers in das Kunsthefegefäß erzielt werden kann, mit Mutterhefe zu versehen.

Wenn man vor und während des Abkühlens das Hefegut durch fleißiges Rühren stark mit Luft gesättigt hat, nach erfolgter Abkühlung die Mutterhefe zugefügt und abermals tüchtig rührt, so macht man die Wahrnehmung, daß sich die Hefezellen ungemein rasch vermehren, die Flüssigkeit aber nur sehr schwach gährt. Es stimmt diese Wahrnehmung sehr gut mit der Thatsache überein, daß man in Flüssigkeiten, deren Temperatur nur wenig über 0° liegt, und welche beständig gelüftet werden, Hefe zu sehr starker Vermehrung bringen kann, ohne daß ein etwas kräftigerer Gährungsvorgang stattfindet.

Hefe, welche bei niederer Temperatur und bei reichlicher Sauerstoffzufuhr erzogen wurde, befindet sich gerade in der Verfassung, in welcher sie nach erfolgtem Eintragen in süße Maische und Ausschluß von Sauerstoff, am kräftigsten vergährend wirken kann. Kunsthefe, welche somit kalt und unter Lüftung bereitet wurde, wird in den Maischen immer ausgezeichnet vergährend wirken. Man soll daher während der Gährung der Kunsthefe oftmals die Temperatur derselben bestimmen; zeigt sich innerhalb eines kurzen Zeitraumes ein starkes Steigen derselben, so ist dies ein sicherer Beweis dafür, daß jetzt der Gährungsvorgang zu Ungunsten der Hefevermehrung mächtig zu werden anfängt — man stellt durch Luftzufuhr und Abkühlen das richtige Verhältniß her. Die Operationen der Maischung, Säuerung und Lüftung des Hefegutes bis zum Zusatz der Mutterhefe, müssen so rasch als möglich vollführt werden, um die Entwickelung schädlicher Fermente hintanzuhalten; namentlich hat man dafür zu sorgen, daß durch Einhaltung der richtigen Temperatur in kurzer Zeit ein ansehnliches Quantum Milchsäureferment gebildet wird, indem durch die Gegenwart der freien Säure die Entwickelung vieler schädlicher Fermente ausgeschlossen ist. Das gefährlichste unter diesen Fer-

menten ist das der Buttersäuregährung. Dadurch, daß man die Temperatur immer in jener Höhe erhält, welche für die Entwickelung des Milchsäurefermentes am günstigsten ist, und durch oftmaliges Umrühren Sauerstoff in die Flüssigkeit bringt, vermeidet man das Eintreten sowohl der Buttersäure- als überhaupt der fremden Gährungen am leichtesten, und ist nach beendeter Säuerung sogleich die Kühlung und der Zusatz von Mutterhefe vorzunehmen.

Mutterhefe, das heißt Individuen des Alkoholfermentes, kann dem Hefegut kaum in zu großer Menge zugefügt werden, indem letzteres eine so große Menge von Nahrungsstoffen der Hefe enthält, daß eine sehr starke Vermehrung der Hefe stattfinden kann. Der Zusatz einer großen Menge von Mutterhefe erfüllt nebst der Erzielung einer großen Menge kräftiger Stellhefe auch noch einen anderen Zweck, nämlich denjenigen, daß allfällig vorhandene fremde Fermente durch die in bedeutender Zahl in die Flüssigkeit gelangenden Individuen des Alkoholfermentes in der Weiterentwickelung gehemmt werden, so daß man durch Zusatz von viel Mutterhefe zum Hefegut zugleich den Vortheil erreicht, sehr reine Hefe zu erzielen. Wir halten daher einen Zusatz von 12—15 pCt. Mutterhefe zum Hefegut als das Minimum; man kann aber auch ohne Nachtheil bis zu 25 pCt. Mutterhefe geben, und sollen alle Verhältnisse so gestellt werden, daß die Hefe 10—11 Stunden nach Zusatz der Mutterhefe bis auf 8—8½° Saccharometerangabe vergohren hat.

Bei einer bis zu dieser Grenze gehenden Vergährung ist nämlich noch nicht zu befürchten, daß eine größere Menge von Hefezellen schon dem Rückbildungsprocesse anheimfalle und dann nicht mehr kräftig vergährend wirken könne — ein Umstand, dessen Eintritt aber sicher zu gewärtigen ist, wenn man die Gährung der Kunsthefe zu lange fortdauern läßt. Sobald also das Saccharometer den Fortschritt der Gährung bis zu 8° anzeigt, wird die Mutterhefe abgenommen, welche zum Anstellen der nächstfolgend zu bereitenden Kunsthefe zu dienen hat, und muß dieselbe bis zu dem Augenblicke, in welchem sie zur Verwendung kommen soll, in passender Weise aufbewahrt werden.

Wollte man nämlich diese Hefe einfach sich selbst überlassen, so würde sie sehr bald die zwischen den einzelnen Hefezellen befindliche Zuckerlösung vergohren haben und müßte nun jener für die vergährende Wirkung der Hefe so nachtheilige Proceß beginnen, den man als Selbstgährung*) bezeichnet hat und welchen man als Hungerzustand auffassen kann. Es ist daher nothwendig, die vergährende Wirkung der Hefe herabzustimmen und geschieht dies am einfachsten dadurch, daß man die Hefe abkühlt; man stellt das Gefäß, welches die Mutterhefe enthält, in ein anderes, welches mit Brunnenwasser gefüllt ist. Die Temperatur der Hefe erniedrigt sich hierdurch entsprechend der Temperatur des Brunnenwassers und erscheint es zweckdienlich, die Hefe noch weiter abzukühlen, um die Vergährung noch langsamer zu machen. Es geschieht dies am einfachsten durch Einwerfen von Eisstücken in das Kühlwasser; erniedrigt man hierdurch die Temperatur der

*) Vergleiche Band I Seite 196 u. ff.

Hefe bis gegen 0°, so wird die Gährung beinahe unmerklich und die Hefe läßt sich unter diesen Umständen sehr lange aufbewahren, ohne an Kraft einzubüßen; mit Maische von entsprechender Temperatur in Berührung gebracht, wie dies beim Vorstellen geschieht, setzt sie diese Flüssigkeit sogleich in lebhafte Gährung und vermehren sich die Hefezellen wieder sehr stark; durch Anwendung von etwas Eis sichert man sich somit am einfachsten die Erhaltung der Gährung erregenden Wirkung der Hefe. Durch Uebergießen der Hefe mit einer concentrirten Maische und Einstellen der Gefäße in einen Eiskeller, dessen Temperatur beständig nahe an 0° liegt, kann man die Hefe in jenen Fabriken, welche während der warmen Jahreszeit die Arbeit unterbrechen, nach Beendigung der Campagne bis zum Beginn der neuen Arbeitsperiode in vollkommen gutem Zustande erhalten. Die Gefäße, deren man sich hierzu am zweckmäßigsten bedient, sind Cylinder aus verzinntem Blech, welche, nachdem sie bis zu $^9/_{10}$ ihrer Höhe mit Hefe und concentrirter Maische von etwa 20 bis 25° Saccharometeranzeige gefüllt wurden, mit einem gut passenden Deckel, der in der Mitte eine kleine Oeffnung besitzt, verschlossen werden. In diese Oeffnung setzt man ein etwa 20 cm langes und 2 cm weites Glasrohr, welches mit reiner Baumwolle lose ausgestopft ist. Durch diese Vorrichtung ist das Austreten von Gas und das Eindringen von Luft ermöglicht, ohne daß jedoch fremde Fermente in die Flüssigkeit gelangen könnten; sie werden durch die Baumwolle zurückgehalten.

In ganz gleicher Weise läßt sich Milchsäureferment in Form von gesäuertem Hefegut aufbewahren; man füllt letzteres unmittelbar nach dem Abkühlen in die oben beschriebenen Gefäße, schließt dieselben durch den Deckel und stellt sie in den Eiskeller. Beim Beginn der Campagne bringt man das conservirte sauere Hefegut, nachdem man es auf etwa 40° C. erwärmt hat, in die süße Maische der Kunsthefe, wo es sogleich starke Milchsäuregährung einleitet und fügt nach erfolgter Säuerung und Abkühlung die conservirte Mutterhefe zur Einleitung der Alkoholgährung zu.

Zur Darstellung der Kunsthefe wurde ursprünglich nur Darrmalz, später Grünmalz benutzt und ging man dann auf Zusätze von Rohgetreide, Kartoffeln oder Malzkeimen über und kann auch Schlämpe zu diesem Zwecke mit verwenden, da alle eben genannten Körper entweder alle zur Ernährung der Hefe dienlichen Stoffe oder doch einen Theil derselben enthalten. In erster Reihe ist Darrmalz als einer dieser Körper zu nennen; Malzextract ist ein ausgezeichnetes Nahrungsmittel für Hefe und lassen sich daher Kunsthefen am leichtesten unter Anwendung von Darrmalz bereiten. Seitdem man gelernt hat, daß sich Grünmalz ebenso vortheilhaft wie Darrmalz als Nahrungsmittel der Alkoholfermente verwenden läßt, benutzt man Darrmalz jetzt weit seltener zum Ansatze von Kunsthefe, indem in Grünmalz eine größere Menge von Diastase enthalten ist und die aromatischen Körper, welche sich im Darrmalze vorfinden, im vorliegenden Falle keinen Werth haben. Selbstverständlich wird man wegen des hohen Wassergehaltes des Grünmalzes von letzterem eine entsprechend größere Menge verwenden müssen,

als vom Darrmalz, ein Umstand, welcher z. B. bei der Umrechnung einer für Darrmalz-Kunsthefe geltenden Vorschrift wohl zu beachten ist.

Die Malzkeime, welche bis nun nur als Fütterungsmaterial Verwendung fanden, enthalten alle Körper, die zur Ernährung des Alkoholfermentes wichtig sind und ist ganz besonders der Reichthum derselben an stickstoffhaltigen Körpern, so wie der hohe Aschegehalt hervorzuheben. Nach Dietrich und J. König*) enthalten die Malzkeime:

	Minimum	Maximum	Mittel
Wasser	3,74	15,16	10,09
Stickstoffhaltige Körper	20,21	28,99	29,18
Fett	1,43	3,00	2,10
Stickstofffreie Extractive	37,06	46,00	42,11
Holzfaser	10,61	18,50	14,33
Asche	5,10	9,70	7,19

F. W. Marquardt in Hannover und Dr. J. Rainer**) in Wien haben den Gehalt der Malzkeime an Peptonen dazu benutzt, um mit Hülfe derselben Kunsthefen zu bereiten. Marquardt stellt unter Anwendung von Malzkeimen und Glucoselösungen, oder auch von Alkalien befreiten Melassen, welchen er einen Zusatz von Salzsäure (0,6 pCt.) oder von Phosphorsäure (0,3—1,0 pCt.) giebt, eine Nährflüssigkeit für Alkoholfermente dar. Rainer, dessen Verfahren jenem Marquardt's ziemlich ähnlich ist, wendet außer Malzkeimen auch noch Kleien, Trebern, Kleber und Hülsenfrüchte an. Nachdem die Peptonisirung der Eiweißkörper bei Gegenwart der Säuren und einer Temperatur von 37,5° C. in 18—20 Stunden beendet ist, trennt man die Flüssigkeit von den unlöslich gebliebenen Körpern durch Ausschleudern oder auch (nach Rainer) durch Absitzenlassen, und wird in derselben ein geringes Quantum Hefe ausgesäet und bei 17—18° cultivirt, resp. stark vermehrt.

Obwohl bis nun nur vereinzelte Versuche über die Darstellung von Kunsthefe auf diesem Wege vorliegen, erscheint es uns doch nicht zweifelhaft zu sein, daß die eben angedeuteten Methoden der Kunsthefebereitung jene sind, welche in der Zukunft ausschließliche Anwendung finden werden; wenn man in der Lage ist, einen Körper, zu dessen Darstellung man sich sonst eines so kostspieligen Materials, wie es das Malz ist, bedienen mußte, aus sehr geringwerthigen Rohstoffen zu erhalten, so erscheint es schon durch materielle Interessen geboten, die letzteren in dieser Richtung auszunützen.

Ein glänzendes Beispiel in dieser Beziehung bietet uns das Verfahren der Darstellung von Kunsthefe aus Schlämpe. In letzterer finden sich jene Extractivstoffe vor, welche in der zur Vergährung der Maischen verwendeten Hefe enthalten waren; da aber diese Extractivstoffe ein ausgezeichnetes Mittel zur Ernährung von Alkoholhefe abgeben, so wird man durch einfaches Mischen von

*) Die Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futterstoffe. Berlin 1874.

**) Deutsche Reichspatente 6622, 9534 und 11013.

Schlämpe mit süßer Maische eine Flüssigkeit erhalten, welche vollkommen geeignet ist, die in ihr ausgesäete Hefe sehr kräftig zu ernähren, und zur Bereitung von Kunsthefe zu dienen. —

Wir erwähnen hier, daß eine ganze Reihe von Vorschriften über Anwendung von Chemikalien zur „Kräftigung" oder „Auffrischung" der Hefe existirt, welche aber sammt und sonders nur sehr untergeordneten Werth besitzen. — Diese „Gährmittel" bestehen gewöhnlich aus kohlensaurem Ammoniak, welches in milchsauren Hefen höchstens durch Neutralisirung eines Säureüberschusses wirken kann, da Ammoniak ein schlechtes Nahrungsmittel für die Hefepflanze abgiebt; für gewisse Bestandtheile dieser Compositionen, z. B. für Alos, wüßten wir gar nicht anzugeben, in welcher Weise dieselben günstig auf die Ernährung der Hefe einwirken könnten.

Richtig bereitete Kunsthefe enthält schon an und für sich einen solchen Reichthum an Nährsalzen der Hefepflanze, daß besondere Zusätze von Nährsalzen n den meisten Fällen ganz überflüssig sein dürften — wenn solche aber gemacht werden sollen, so ergiebt sich schon aus der Zusammensetzung der Hefeasche von selbst, welche Chemikalien anzuwenden sind. Nach Mitscherlich enthält die Asche von

	Oberhefe	Unterhefe
Phosphorsäure	53,9	59,9
Kali	39,8	28,3
Natron	—	—
Magnesia	6,0	8,1
Kalk	1,0	4,3
Kieselsäure	Spuren	—
	100,7	100,1

Die größte Menge von Phosphorsäure ist an Kali, eine geringere an Magnesia gebunden; es könnte somit allenfalls nur ein Zusatz einer Lösung von phosphorsaurem Kali in überschüssiger Phosphorsäure, welch' letztere lösend auf gewisse in der Nährflüssigkeit enthaltenen Salze einwirken wird, vom Standpunkte des Gährungschemikers als zulässig erklärt werden — alle anderen Zusätze sind entweder von keinem oder geradezu von nachtheiligem Einflusse.

Für Darrmalz-Kunsthefe verwendet man für je 1000 l Maischraum 12 bis 14 kg Darrmalz, welches, nachdem es mit 15—16 l Wasser durch 1—½ Stunde gemaischt, durch 20 Stunden gesäuert und schnell abgekühlt wird, den Zusatz von Mutterhefe erhält. Für Grünmalzhefe verwendet man für 1000 l Maischraum 20—25 kg Grünmalz und 20—25 l Maischwasser, verfährt sonst aber ebenso wie bei der Darstellung von Darrmalzhefe.

Die sogenannte Schrothefe wird aus Gemischen von Malz und Schrot von Rohgetreide dargestellt und kann man das Verhältniß zwischen beiden so stellen, daß man die Mengen von Malz- und Getreideschrot gleich macht, indem die in dem Malze enthaltenen Fermente vollkommen ausreichen, um auch die Bestand-

mittelſt kalten Waſſers, welches die Röhren umgiebt und in einer der zu kühlenden Maiſche entgegengeſetzten Richtung fließt (Gegenſtromapparate), und 3. durch Abkühlung der Maiſche auf Flächen von beſonderer Geſtalt, welche von unten her erkaltet werden (Berieſelungskühler).

Die älteſten Apparate, deren man ſich zur Abkühlung der Maiſchen bedient, ſind die Kühlſchiffe — ſehr flache, aber lange und breite Behälter, welche an einem Orte aufgeſtellt ſind, an welchem lebhafter Luftzug herrſchen ſoll, und früher aus Holz, gegenwärtig wohl nur mehr aus Eiſen angefertigt werden. Die Maiſche, welche im heißen Zuſtande auf das Kühlſchiff gebracht wird, bildet auf ihrer ganzen ſehr großen Oberfläche Dampf; die zur Dampfbildung erforderliche Wärme wird der Flüſſigkeit ſelbſt entnommen und dieſe daher ſtark abgekühlt, vorausgeſetzt, daß die Verhältniſſe der Verdampfung günſtige ſind, d. h. die Atmoſphäre arm an Waſſerdampf iſt, niederer Barometerſtand herrſcht und die ſich bildenden Dämpfe ſchnell von dem Luftzuge fortgeführt werden.

Unter dieſen Umſtänden, welche die für die Kühlung günſtigſten ſind, verläuft die Abkühlung ſehr raſch und gleichmäßig, und kann es in Folge der ſchnell vor ſich gehenden Dampfbildung ſogar geſchehen, daß die auf dem Kühlſchiffe lagernde Maiſche eine niedrigere Temperatur annimmt, als die äußere Luft. Dieſe günſtigen Verhältniſſe treffen aber nur in ſelteneren Fällen zuſammen und kann es in ungünſtigen Fällen, namentlich bei großem Feuchtigkeitsgehalt der Luft geſchehen, daß die Verdampfung ſo träge vor ſich geht, daß nur eine ſehr ſchwache Kühlung eintritt und die Maiſche viele Stunden auf dem Kühlſchiffe verweilen muß, ehe ſie genügend erkaltet iſt, um zur Gährung angeſtellt zu werden. Wie vergleichende Verſuche*) gezeigt haben, findet die Abkühlung der Maiſchen (oder der den Maiſchen in vieler Beziehung ſehr ähnlichen Bierwürzen) von den hohen Temperaturen bis auf etwa 40° C. in verhältnißmäßig kurzer Zeit ſtatt, von dieſer Temperatur angefangen aber nur ſehr langſam; eine Bierwürze von 75° kühlte bei 0° C. Lufttemperatur in 1½ Stunden bis auf 38° C. ab, brauchte aber von da an noch 5 Stunden, um bis auf 12° C. abzukühlen, ſo daß Maiſchen auf dem Kühlſchiffe ſich durch ſehr lange Zeit in jenen Verhältniſſen befinden, in welchen die Bildung von Milchſäure ſehr lebhaft ſtattfindet.

Neben dieſem Uebelſtande haftet der Anwendung von Kühlſchiffen noch eine Reihe anderer an, welche wir hier nur kurz anführen wollen. Kühlſchiffe ſind wegen ihrer Größe koſtſpielig, erfordern zur Aufſtellung einen beſonderen Bau und iſt die Reinigung derſelben eine ziemlich umſtändliche Sache. Um durch die Dampfbildung nicht in der Fabrik beläſtigt zu werden, und auch für möglichſt raſche Fortſchaffung des Dampfes zu ſorgen, muß das Kühlſchiff ziemlich hoch aufgeſtellt werden. Es iſt in dieſem Falle nicht nur die Anlage längerer Röhrenleitungen erforderlich, ſondern es muß beſtändig eine gewiſſe Kraft angewendet werden, um die Maiſchen auf die Kühlſchiffe zu heben; die Koſten für die Beſchaffung dieſer Kraft bilden im Laufe eines Jahres eine ganz anſehnliche Summe

*) Vergleiche Band III dieſes Werkes Seite 339.

und muß man das Kühlschiff als einen gegenwärtig nicht mehr zweckmäßigen Apparat bezeichnen.

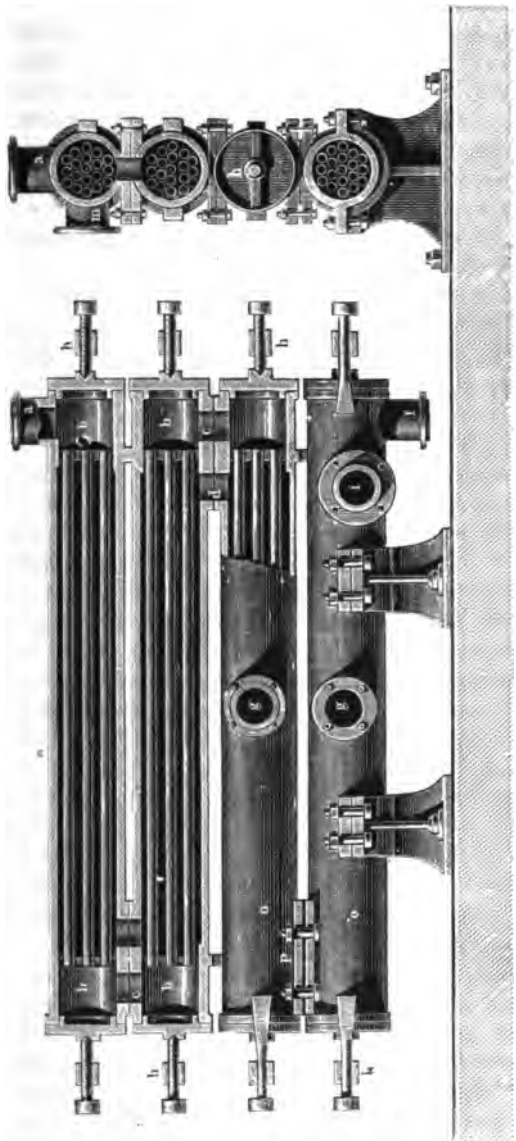


Fig. 34.

Röhren-Kühlapparat mit Gegenströmung.

Ein sehr großer Fortschritt in der Kühlung wurde zuerst von Nägeli durch Einführung von Gegenstrom-Röhrenkühlern gemacht und bestehen die Röhrenkühler aus zwei Rohren, welche in einander stecken. Die zu kühlende Maische fließt durch das innere Rohr, das zur Abkühlung dienende Wasser durch das äußere Rohr, und zwar in einer Richtung, welche jener der Maische entgegengesetzt ist; in Folge dieser Einrichtung kommt das oben eintretende Kühlwasser mit jenem Theil des Maischrohres in Berührung, in welchem sich schon stark gekühlte Maische befindet und kühlt diese noch etwas ab; in dem Maße, in welchem das Wasser vorwärts strömt, nimmt es von der Maische fortwährend Wärme auf, so daß bei gehöriger Länge der Röhren das Kühlwasser mit nahezu derselben Temperatur austritt, mit welcher die Maische in den Apparat gelangt und letztere den Apparat mit einem Wärmegrade verläßt, der nur um weniges höher ist, als jener des Kühlwassers.

Da es wegen der Geschwindigkeit, mit welcher die Maische durch die Röhren fließen muß, zur Erreichung einer genügenden Abkühlung erforderlich ist, den Röhren eine sehr bedeutende Länge zu geben, trifft man die Einrichtung, kürzere Röhren anzuwenden, welche durch Kniestücke zu einem einzigen verbunden sind. Diese Einrichtung ermöglicht es auch, die Kniestücke abzunehmen und die Röhren mittelst entsprechend geformter Bürsten zu reinigen.

Es ergiebt sich von selbst, daß die kühlende Wirkung eines Röhrenkühlers eine um so kräftigere sein muß, je geringer der Querschnitt der von der heißen Flüssigkeit durchzogenen Röhren ist; man darf aber bei den zur Abkühlung von Spiritusmaischen dienenden Kühlern mit der Verminderung des Röhrendurchmessers nicht zu weit gehen, indem es bei einer Maische, welche nicht vollkommen von Klumpen und festen Körpern befreit ist, vorkommen kann, daß eine Verstopfung der engen Röhren stattfindet, wodurch eine unliebsame Störung im Betrieb des Apparates eintritt. Recht zweckmäßig erscheint die Anwendung mehrerer Röhren von ovalem Querschnitt, indem diese durch ihre größere Oberfläche im Vergleiche mit jenen von kreisförmigem Querschnitt besseren Kühleffect liefern und diese in ein weiteres Rohr einschließen. Kühlapparate dieser Form finden sich noch häufig in Bierbrauereien zur Kühlung von Würze vor und besteht der in Fig. 84 abgebildete Apparat aus einer Batterie gußeiserner Röhren von 2 bis 2,8 m Länge und 15,6 cm Durchmesser; die 19 Kupferrohre haben 1,64 cm inneren Durchmesser und sind durch Kupferplatten b, welch' letztere genau in die Eisenröhren eingepaßt und mittelst Kautschukeinlagen gedichtet sind, an den Enden verbunden. Die Eisenröhren sind durch Flanschen p zusammengeschlossen und stehen durch die Oeffnungen c und d mit einander in Verbindung. Die zu kühlende Flüssigkeit tritt durch a nach b, fließt durch die Kühlröhren, geht bei c in das nächstliegende Rohr und strömt bei f in gekühltem Zustande ab. Anstatt die Röhrenbündel, deren man zur Kühlung von Maische wegen der dickflüssigeren Beschaffenheit derselben eine geringere Zahl von größerem Durchmesser anwenden muß, in weite Röhren zu legen, kann man sie auch blos in passender Anordnung neben- und übereinander bündelweise in einen Kasten einschließen, durch welchem das Kühlwasser fließt. Die Röhrenbündel stehen

aus dem Kasten hervor und sind durch Bogenstücke mit einander verbunden; durch Platten, welche in den Kasten eingesetzt sind, wird das Kühlwasser gezwungen, in einer Richtung zu strömen, welche jener der Maische entgegengesetzt ist. Um die zu kühlende Maische mit der nöthigen Geschwindigkeit durch engere Rohre zu befördern, muß eine Druckpumpe angewendet und der Gang derselben so regulirt werden, daß bei einem bestimmten Wasserzufluß die Kühlung der Maische eben bis auf die Anstell-Temperatur erfolgt. Die Reinigung der Kühler nach beendigter Arbeit geschieht entweder, indem man Wasser durch die Maischröhren treibt oder einen Dampfstrom durch sie streichen läßt, nachdem man das Kühlwasser abgelassen hat. Das Reinigen mittelst des Dampfstromes ist das bequemste Verfahren, und werden durch die hohe Temperatur des Dampfes alle an den Wänden der Rohre zurückgebliebenen Fermente getödtet.

Fig. 85.

Querschnitt der Kühlröhren bei den Berieselungs-Kühlapparaten System A. Neubecker.

In der Bierbrauerei haben sich schon seit einer Reihe von Jahren die Flächenkühlapparate oder „Berieselungskühler" zur Kühlung von Würze vielfach Eingang verschafft, ohne daß sie jedoch mit gleichem Erfolge zur Abkühlung von Spiritusmaische verwendet werden konnten, indem die zähflüssigere Beschaffenheit der Maische ein Hinderniß für das „Berieseln" bildete. Durch Anbringung passender Abänderungen in der Construction dieser Apparate hat man es jedoch dahin gebracht, dieselben auch zur Abkühlung dickerer Flüssigkeiten anwenden zu können.

Bei den Flächenkühlern wird die kühlende Wirkung dadurch hervor gebracht, daß die heiße Flüssigkeit über zwei mit horizontalen Wellungen versehene Bleche herabrieselt, zwischen welchen Wasser circulirt. Bei den derartigen Apparaten nach Lawrence tritt das Kühlwasser unten zwischen die Bleche und steigt den Biegungen derselben folgend nach aufwärts, indeß die zu kühlende Flüssigkeit aus einem über dem Apparate angebrachten Behälter auf die Bleche fällt, sich auf diesen

in dünner Schicht ausbreitet, den Biegungen folgend herabgleitet und unten in gekühltem Zuſtande in ein Sammelgefäß fließt.

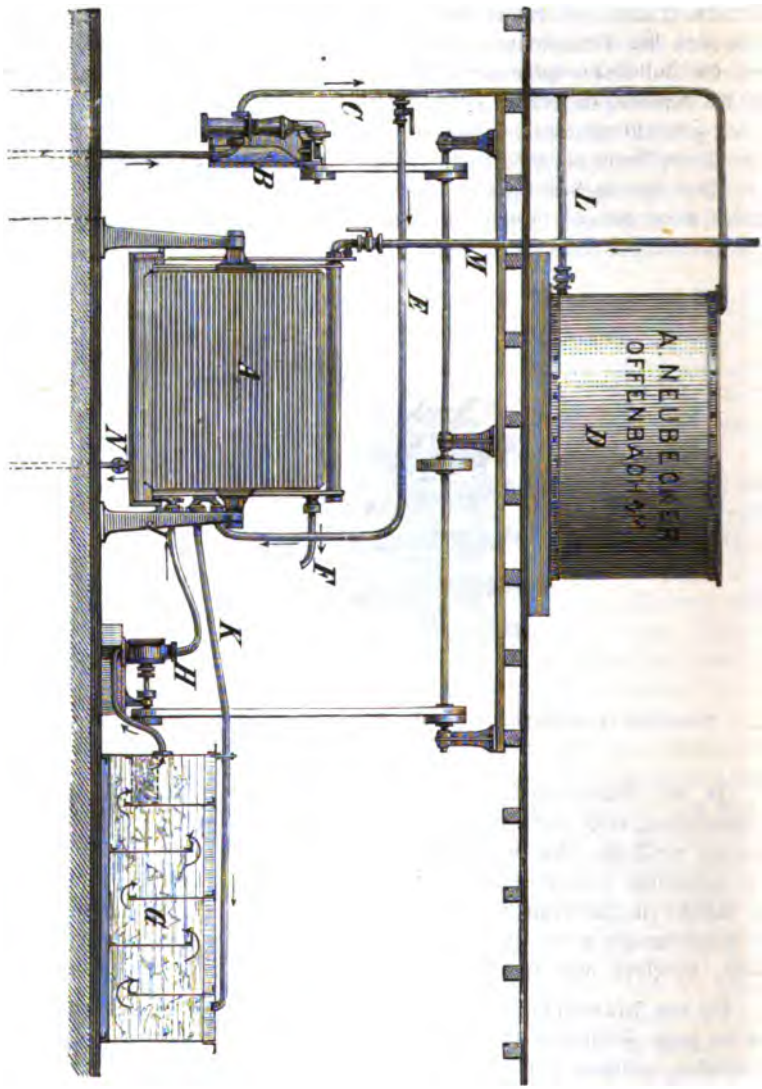


Fig. 88.

Zuſammenſtellung des Kühlapparates für gleichzeitige Anwendung von Brunnen- und Eiswaſſer.

Bei Flächenkühlern anderer Conſtruction, z. B. jener von Neubecker iſt die Einrichtung getroffen, daß die Kühlflächen durch ein Syſtem von Röhren mit

eigenthümlich geformtem Querschnitt (Fig. 85) gebildet werden, in welchen das Wasser unten eintritt, und nachdem es je zwei neben einander liegende Röhren in entgegengesetztem Sinne durchströmt hat, oben abläuft. Die Anwendung einer aus Röhren zusammengesetzten Kühlfläche macht es wegen der größeren Festigkeit der Röhren im Vergleich mit den Blechen möglich, das zum Kühlen verwendete Wasser unter stärkerem Druck, z. B. aus einem hoch aufgestellten Behälter durch den Apparat fließen zu lassen.

Indem die zu kühlende Flüssigkeit in Folge der zwischen ihr und dem Metalle stattfindenden Adhäsion über die von innen heraus erkalteten Kühlflächen herabrieselt, wird sie so vollständig abgekühlt, daß der Unterschied zwischen der Temperatur des zur Abkühlung verwendeten Wassers und jener der gekühlten Flüssigkeit kaum einen Grad beträgt und man daher in den meisten Fällen mit gewöhnlichem Brunnenwasser ausreicht, um Maischen selbst bis auf eine niedrige Anstelltemperatur abzukühlen. Die Construction der Berieselungskühler macht es übrigens auch möglich, die Kühlung gleichzeitig unter Anwendung von Brunnen- und Eiswasser auszuführen, und zeigt die nebenstehende Abbildung die Zusammenstellung des Apparates zu diesem Zwecke. In Fig. 86 stellt A den Flächenkühler dar, welcher in seinem oberen Theile durch das Rohr E mit Brunnenwasser gespeist wird, welches bei F erwärmt ausfließt. In die unteren Röhren des Kühlers tritt durch das Spiel der Pumpe H das aus dem Eiskasten G geschöpfte Eiswasser und wird dasselbe durch das Rohr K wieder in den Eiskasten zurückgeführt. Die Pumpe B fördert Brunnenwasser durch E in den Kühlapparat und durch das Steigrohr C nach dem Vorrathsbehälter D, aus welchem es nach Bedarf durch L und E wieder an den Kühlapparat abgegeben werden kann. Die zu kühlende Maische gelangt durch das Rohr M auf den Kühlapparat und fließt bei N gekühlt ab.

Wenn man in der Spiritusfabrik eine genügende Menge von Kühlwasser zur Verfügung hat, so reicht man unter Anwendung zweckmäßig construirter Röhren oder Flächenkühler zur Kühlung ohne Kühlschiff aus und dürfte es nur während der heißen Jahreszeit nöthig sein, Eis zur Abkühlung neben Wasser zu verwenden. Der Ersparniß an Eis wegen kühlt man mit Wasser so weit, als dies eben angeht und vollführt das Beenden der Abkühlung mit Eis respective Eiswasser von 0° C.

Die Menge von Eis, welche hierfür nöthig ist, läßt sich auf einfache Art berechnen, wenn man annimmt, daß 1 kg Eis von 0° C. rund 80 Wärmeeinheiten binden müsse, um zu schmelzen. Ein Kilogramm Eis vermag demnach beim Schmelzen 80 Liter Wasser um 1° C. abzukühlen und kann man leicht berechnen, wie viel Kilogramm Eis erforderlich sein werden, um ein gegebenes Maischquantum auf Gährungstemperatur abzukühlen.

Es seien z. B. 3600 Liter Maische, welche durch Wasserkühlung nur bis auf 20° C. abgekühlt werden können, durch Eis auf 12,5° C. abzukühlen. Wie viel Eis ist hierfür erforderlich?

20° C. bis 12,5° C. iſt 7,5° C. Temperaturunterſchied. $3600 \times 7{,}5 = 27000$ Wärme-Einheiten, ſind der Maiſche durch Eis abzunehmen. Ein Kilogramm Eis nimmt 80 Wärmeeinheiten auf: $\frac{27000}{80} = 337{,}5$.

Es werden ſomit 337,5 kg Eis geſchmolzen werden müſſen, um die Maiſche auf 12,5° C. abzukühlen; nachdem in der Praxis immer gewiſſe Verluſte durch Wärmezufuhr von außen ſtattfinden, wird man auf einen Eisverbrauch von rund 350 kg rechnen können.

Man erhält aber hierbei auch 350 Liter Eiswaſſer (von Null-Graden) und kann ſich dieſes kalten Waſſers auch noch mit Vortheil bedienen, um ein gewiſſes Maiſchquantum abzukühlen.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

XI. Die Bereitung der Kunsthefe.

Ebenso wie von der richtigen Behandlung der im Malz enthaltenen Diastase der Verlauf des Maischprocesses abhängig ist, hängt von der richtigen Beschaffenheit des Fermentes, durch welches die Umwandlung des Zuckers in Alkohol veranlaßt wird, der Verlauf des Gährungsprocesses ab. Das Ferment, welches bei der Gährung in Wirksamkeit tritt, ist bekanntlich ein Organismus, die Obergährung erregende Varietät von Saccharomyces cerevisiae. Man könnte nun am einfachsten und sehr leicht die Maischen auf die Weise in Gährung versetzen, daß man ihnen Bier- oder Preßhefe zufügt und ist dies auch das Verfahren, welches früher allgemein eingeschlagen wurde.

Gegenwärtig arbeitet man wohl kaum mehr auf diese Weise und stellt sich das Gährmittel, die sogenannte Kunsthefe, in den Spiritusfabriken selbst dar. Mit Rücksicht auf den Umstand, daß man jetzt schon dahin gekommen ist, die Malzmengen, welche man den Kartoffelmaischen zufügen muß, um die Verzuckerung der Stärke herbeizuführen, auf eine sehr geringe Menge zu reduciren, gewinnt die Fabrikation der Kunsthefe eine immer größere Wichtigkeit, indem Kartoffelmaischen, welche so arm an den löslichen Bestandtheilen des Malzes sind, nicht im Stande sind, den Hefepilz richtig zu ernähren. Wir wollen erwähnen, daß in Bezug auf die Gährung der Spiritusmaischen und jene der Bierwürzen hier ein bedeutender Unterschied hervortritt. Während letztere, nur aus Malz oder doch nur unter Zusatz von geringen Mengen ungemälzten Getreides dargestellt, dem Hefepilz ein so ausgezeichnetes Nahrungsmittel darbieten, daß derselbe normal fortwuchert und die bei einer gesunden Gährung gefallene Hefe sofort wieder als Stellhefe für die folgende Gährung verwendet werden kann, muß man für die Gährungen von Maischen stets in besonderen Flüssigkeiten, welche alle Nährstoffe des Hefepilzes in reichlichem Maße enthalten, den Pilz stark vermehren und diese Flüssigkeit, die „Kunsthefe", der in Gährung zu versetzenden Maische zusetzen; dieselbe erhält hierdurch neben einer für ihre schnelle Vergährung genügenden Zahl von

Pilzen zugleich die zur Ernährung der letzteren erforderlichen Stoffe. Der Hefepilz bedarf bekanntlich zu seiner normalen Ernährung Zucker, Mineralsalze und Eiweißkörper; er findet die ersteren in jeder Maische, die letzteren jedoch nur in gewissen Bestandtheilen des Malzes, eventuell der Malzkeime, welche, wie wir unten sehen werden, an Stelle des Malzes zur Herstellung von Kunsthefe verwendet werden können.

Man kann demnach den Begriff „Kunsthefe" so definiren, daß man als Kunsthefe eine Maische bezeichnet, in welcher jene Eiweißkörper, deren der Hefepilz zu seiner Ernährung bedarf, in sehr reichlicher Menge enthalten sind, und in welcher Alkoholferment in kräftiger Entwickelung begriffen ist. Die chemischen Vorgänge, welche bei der Löslichmachung der Eiweißkörper stattfinden, wurden schon an früherer Stelle auseinandergesetzt, wir können uns daher sogleich der Art, in welcher die einzelnen Arbeiten ausgeführt werden, zuwenden.

Zur Herstellung der Kunsthefe stellt man zuerst eine Malzmaische von 15—17—20° Saccharometeranzeige her und zwar am zweckmäßigsten mittelst eines Malzmilchapparates, um alle löslichen Bestandtheile des Malzes schnell in Lösung zu bringen. Hat man keinen derartigen Apparat zur Verfügung, so giebt es wohl kein anderes Mittel um eine gleichförmige klumpenfreie Maische zu erhalten, als dieselbe durch Bearbeitung des Malzschrotes und Wassers mittelst Rührscheiten herzustellen — eine mühsame und zeitraubende Arbeit. Um nach beendigtem Durchschlagen des Malzschrotes mit Wasser von etwa 40° C. die Maische auf die erforderliche Temperatur von etwa 60° C. zu bringen, fügt man ihr heißes Wasser zu, wobei aber letzteres nur in einem dünnen Strahle und während die Maische sehr stark bewegt wird, zugegossen werden darf, um die Diastase nicht durch Verbrühen unwirksam zu machen.

Es ist daher immer angezeigt, auch bei der Bereitung der Kunsthefe die Handarbeit durch Maschinenarbeit zu ersetzen und die Maischung des Hefegutes mittelst eines besonderen Apparates auszuführen und die so erhaltene gleichförmige Malzmilch in einem Apparate von geeigneter Construction auf Maischtemperatur, 57,5—60° C. (46—48° R.), zu erwärmen. Nachdem das Erwärmen der Kunsthefemaischen auch nach beendeter Wirkung der Diastase auf das Stärkemehl zum Zweck der Säurebildung durch längere Zeit fortgesetzt werden muß, ist es immer zu empfehlen, sich eines durch Dampf heizbaren Apparates zur Darstellung der Kunsthefe zu bedienen und verwendet man als solchen gewöhnlich ein oben prismatisches, unten halbcylinderförmiges Gefäß, welches mit doppelten Wänden versehen ist, zwischen welchen Dampf circulirt und in dem ein horizontales Rührwerk angebracht ist, somit eine Art heizbaren Vormaischbottich.

Die Maltosebildung vollzieht sich, nachdem man die Maische durch Dampf auf die Temperatnr von 60° C. gebracht hat, sehr rasch und erhält man die Maische durch etwa 1—2 Stunden in dieser Temperatur. Nach Verlauf dieser Zeit stellt man den Dampf ab und hebt auch den Deckel des Apparates ab, um die Temperatur der Maische auf 50° C. zu erniedrigen. Bei dieser Temperatur beginnt die Entwickelung des Milchsäureferm entes lebhaft zu werden und vollzieht

sich die Säurebildung und die Peptonisirung der Eiweißkörper; man überläßt die Maische unter Erhaltung der Temperatur von 50—55° C. durch 20—24 Stunden sich selbst, rührt sie aber häufig um. Dieses Umrühren hat weniger den Zweck, die sich bildende Milchsäure durch die ganze Maische zu vertheilen — obwohl dies auch günstig wirkt — als jenen, die Aufnahme einer möglichst großen Menge von Sauerstoff zu bewirken. Die möglichst reiche Zufuhr von Sauerstoff ist nämlich eine der Hauptbedingungen zur Erzielung einer kräftigen Hefe, und soll auch das Rühren während der Gährung der Kunsthefe selbst öfters vorgenommen werden.

Nach vollendeter Säuerung des Hefegutes muß dasselbe genügend abgekühlt werden, bevor man den Zusatz von Mutterhefe giebt, und ist die Temperatur, bis zu welcher man abkühlt, von bedeutendem Einflusse auf die vergährende Kraft der sich bildenden Hefe. Kühlt man das Hefegut nur bis auf 20—22° C. ab und fügt Mutterhefe zu, so tritt sogleich sehr starke Gährung ein — ein Vorgang, auf welchen man aber gar nicht abzielt. Hefe, welche aus solchen sehr stürmischen Gährungen hervorgeht, ist nicht kräftig. Es ist vielmehr angezeigt, das Hefegut bei verhältnißmäßig niederer Temperatur, 9—12° C., wie sie durch Einsetzen eines von kaltem Brunnenwasser durchflossenen Kühlers in das Kunsthefegefäß erzielt werden kann, mit Mutterhefe zu versehen.

Wenn man vor und während des Abkühlens das Hefegut durch fleißiges Rühren stark mit Luft gesättigt hat, nach erfolgter Abkühlung die Mutterhefe zugefügt und abermals tüchtig rührt, so macht man die Wahrnehmung, daß sich die Hefezellen ungemein rasch vermehren, die Flüssigkeit aber nur sehr schwach gährt. Es stimmt diese Wahrnehmung sehr gut mit der Thatsache überein, daß man in Flüssigkeiten, deren Temperatur nur wenig über 0° liegt, und welche beständig gelüftet werden, Hefe zu sehr starker Vermehrung bringen kann, ohne daß ein etwas kräftigerer Gährungsvorgang stattfindet.

Hefe, welche bei niederer Temperatur und bei reichlicher Sauerstoffzufuhr erzogen wurde, befindet sich gerade in der Verfassung, in welcher sie nach erfolgtem Eintragen in süße Maische und Ausschluß von Sauerstoff, am kräftigsten vergährend wirken kann. Kunsthefe, welche somit kalt und unter Lüftung bereitet wurde, wird in den Maischen immer ausgezeichnet vergährend wirken. Man soll daher während der Gährung der Kunsthefe oftmals die Temperatur derselben bestimmen; zeigt sich innerhalb eines kurzen Zeitraumes ein starkes Steigen derselben, so ist dies ein sicherer Beweis dafür, daß jetzt der Gährungsvorgang zu Ungunsten der Hefevermehrung mächtig zu werden anfängt — man stellt durch Luftzufuhr und Abkühlen das richtige Verhältniß her. Die Operationen der Maischung, Säuerung und Lüftung des Hefegutes bis zum Zusatz der Mutterhefe, müssen so rasch als möglich vollführt werden, um die Entwickelung schädlicher Fermente hintanzuhalten; namentlich hat man dafür zu sorgen, daß durch Einhaltung der richtigen Temperatur in kurzer Zeit ein ansehnliches Quantum Milchsäureferment gebildet wird, indem durch die Gegenwart der freien Säure die Entwickelung vieler schädlicher Fermente ausgeschlossen ist. Das gefährlichste unter diesen Fer-

menten ist das der Buttersäuregährung. Dadurch, daß man die Temperatur immer in jener Höhe erhält, welche für die Entwickelung des Milchsäurefermentes am günstigsten ist, und durch oftmaliges Umrühren Sauerstoff in die Flüssigkeit bringt, vermeidet man das Eintreten sowohl der Buttersäure- als überhaupt der fremden Gährungen am leichtesten, und ist nach beendeter Säuerung sogleich die Kühlung und der Zusatz von Mutterhefe vorzunehmen.

Mutterhefe, das heißt Individuen des Alkoholfermentes, kann dem Hefegut kaum in zu großer Menge zugefügt werden, indem letzteres eine so große Menge von Nahrungsstoffen der Hefe enthält, daß eine sehr starke Vermehrung der Hefe stattfinden kann. Der Zusatz einer großen Menge von Mutterhefe erfüllt nebst der Erzielung einer großen Menge kräftiger Stellhefe auch noch einen anderen Zweck, nämlich denjenigen, daß allfällig vorhandene fremde Fermente durch die in bedeutender Zahl in die Flüssigkeit gelangenden Individuen des Alkoholfermentes in der Weiterentwickelung gehemmt werden, so daß man durch Zusatz von viel Mutterhefe zum Hefegut zugleich den Vortheil erreicht, sehr reine Hefe zu erzielen. Wir halten daher einen Zusatz von 12—15 pCt. Mutterhefe zum Hefegut als das Minimum; man kann aber auch ohne Nachtheil bis zu 25 pCt. Mutterhefe geben, und sollen alle Verhältnisse so gestellt werden, daß die Hefe 10—11 Stunden nach Zusatz der Mutterhefe bis auf 8—8½° Saccharometerangabe vergohren hat.

Bei einer bis zu dieser Grenze gehenden Vergährung ist nämlich noch nicht zu befürchten, daß eine größere Menge von Hefezellen schon dem Rückbildungsprocesse anheimfalle und dann nicht mehr kräftig vergährend wirken könne — ein Umstand, dessen Eintritt aber sicher zu gewärtigen ist, wenn man die Gährung der Kunsthefe zu lange fortdauern läßt. Sobald also das Saccharometer den Fortschritt der Gährung bis zu 8° anzeigt, wird die Mutterhefe abgenommen, welche zum Anstellen der nächstfolgend zu bereitenden Kunsthefe zu dienen hat, und muß dieselbe bis zu dem Augenblicke, in welchem sie zur Verwendung kommen soll, in passender Weise aufbewahrt werden.

Wollte man nämlich diese Hefe einfach sich selbst überlassen, so würde sie sehr bald die zwischen den einzelnen Hefezellen befindliche Zuckerlösung vergohren haben und müßte nun jener für die vergährende Wirkung der Hefe so nachtheilige Proceß beginnen, den man als Selbstgährung*) bezeichnet hat und welchen man als Hungerzustand auffassen kann. Es ist daher nothwendig, die vergährende Wirkung der Hefe herabzustimmen und geschieht dies am einfachsten dadurch, daß man die Hefe abkühlt; man stellt das Gefäß, welches die Mutterhefe enthält, in ein anderes, welches mit Brunnenwasser gefüllt ist. Die Temperatur der Hefe erniedrigt sich hierdurch entsprechend der Temperatur des Brunnenwassers und erscheint es zweckdienlich, die Hefe noch weiter abzukühlen, um die Vergährung noch langsamer zu machen. Es geschieht dies am einfachsten durch Einwerfen von Eisstücken in das Kühlwasser; erniedrigt man hierdurch die Temperatur der

*) Vergleiche Band I Seite 196 u. ff.

Hefe bis gegen 0°, so wird die Gährung beinahe unmerklich und die Hefe läßt sich unter diesen Umständen sehr lange aufbewahren, ohne an Kraft einzubüßen; mit Maische von entsprechender Temperatur in Berührung gebracht, wie dies beim Vorstellen geschieht, setzt sie diese Flüssigkeit sogleich in lebhafte Gährung und vermehren sich die Hefezellen wieder sehr stark; durch Anwendung von etwas Eis sichert man sich somit am einfachsten die Erhaltung der Gährung erregenden Wirkung der Hefe. Durch Uebergießen der Hefe mit einer concentrirten Maische und Einstellen der Gefäße in einen Eiskeller, dessen Temperatur beständig nahe an 0° liegt, kann man die Hefe in jenen Fabriken, welche während der warmen Jahreszeit die Arbeit unterbrechen, nach Beendigung der Campagne bis zum Beginn der neuen Arbeitsperiode in vollkommen gutem Zustande erhalten. Die Gefäße, deren man sich hierzu am zweckmäßigsten bedient, sind Cylinder aus verzinntem Blech, welche, nachdem sie bis zu $^9/_{10}$ ihrer Höhe mit Hefe und concentrirter Maische von etwa 20 bis 25° Saccharometeranzeige gefüllt wurden, mit einem gut passenden Deckel, der in der Mitte eine kleine Oeffnung besitzt, verschlossen werden. In diese Oeffnung setzt man ein etwa 20 cm langes und 2 cm weites Glasrohr, welches mit reiner Baumwolle lose ausgestopft ist. Durch diese Vorrichtung ist das Austreten von Gas und das Eindringen von Luft ermöglicht, ohne daß jedoch fremde Fermente in die Flüssigkeit gelangen könnten; sie werden durch die Baumwolle zurückgehalten.

In ganz gleicher Weise läßt sich Milchsäureferment in Form von gesäuertem Hefegut aufbewahren; man füllt letzteres unmittelbar nach dem Abkühlen in die oben beschriebenen Gefäße, schließt dieselben durch den Deckel und stellt sie in den Eiskeller. Beim Beginn der Campagne bringt man das conservirte sauere Hefegut, nachdem man es auf etwa 40° C. erwärmt hat, in die süße Maische der Kunsthefe, wo es sogleich starke Milchsäuregährung einleitet und fügt nach erfolgter Säuerung und Abkühlung die conservirte Mutterhefe zur Einleitung der Alkoholgährung zu.

Zur Darstellung der Kunsthefe wurde ursprünglich nur Darrmalz, später Grünmalz benutzt und ging man dann auf Zusätze von Rohgetreide, Kartoffeln oder Malzkeimen über und kann auch Schlämpe zu diesem Zwecke mit verwenden, da alle eben genannten Körper entweder alle zur Ernährung der Hefe dienlichen Stoffe oder doch einen Theil derselben enthalten. In erster Reihe ist Darrmalz als einer dieser Körper zu nennen; Malzextract ist ein ausgezeichnetes Nahrungsmittel für Hefe und lassen sich daher Kunsthefen am leichtesten unter Anwendung von Darrmalz bereiten. Seitdem man gelernt hat, daß sich Grünmalz ebenso vortheilhaft wie Darrmalz als Nahrungsmittel der Alkoholfermente verwenden läßt, benutzt man Darrmalz jetzt weit seltener zum Ansatze von Kunsthefe, indem in Grünmalz eine größere Menge von Diastase enthalten ist und die aromatischen Körper, welche sich im Darrmalze vorfinden, im vorliegenden Falle keinen Werth haben. Selbstverständlich wird man wegen des hohen Wassergehaltes des Grünmalzes von letzterem eine entsprechend größere Menge verwenden müssen,

als vom Darrmalz, ein Umstand, welcher z. B. bei der Umrechnung einer für Darrmalz-Kunsthefe geltenden Vorschrift wohl zu beachten ist.

Die Malzkeime, welche bis nun nur als Fütterungsmaterial Verwendung fanden, enthalten alle Körper, die zur Ernährung des Alkoholfermentes wichtig sind und ist ganz besonders der Reichthum derselben an stickstoffhaltigen Körpern, so wie der hohe Aschegehalt hervorzuheben. Nach Dietrich und J. König*) enthalten die Malzkeime:

	Minimum	Maximum	Mittel
Wasser	3,74	15,16	10,09
Stickstoffhaltige Körper	20,21	28,99	29,18
Fett	1,43	3,00	2,10
Stickstofffreie Extractive	37,06	46,00	42,11
Holzfaser	10,61	18,50	14,33
Asche	5,10	9,70	7,19

F. W. Marquardt in Hannover und Dr. J. Rainer**) in Wien haben den Gehalt der Malzkeime an Peptonen dazu benutzt, um mit Hülfe derselben Kunsthefen zu bereiten. Marquardt stellt unter Anwendung von Malzkeimen und Glucoselösungen, oder auch von Alkalien befreiten Melassen, welchen er einen Zusatz von Salzsäure (0,6 pCt.) oder von Phosphorsäure (0,3—1,0 pCt.) giebt, eine Nährflüssigkeit für Alkoholfermente dar. Rainer, dessen Verfahren jenem Marquardt's ziemlich ähnlich ist, wendet außer Malzkeimen auch noch Kleien, Trebern, Kleber und Hülsenfrüchte an. Nachdem die Peptonisirung der Eiweißkörper bei Gegenwart der Säuren und einer Temperatur von 37,5° C. in 18—20 Stunden beendet ist, trennt man die Flüssigkeit von den unlöslich gebliebenen Körpern durch Ausschleudern oder auch (nach Rainer) durch Absitzenlassen, und wird in derselben ein geringes Quantum Hefe ausgesäet und bei 17—18° cultivirt, resp. stark vermehrt.

Obwohl bis nun nur vereinzelte Versuche über die Darstellung von Kunsthefe auf diesem Wege vorliegen, erscheint es uns doch nicht zweifelhaft zu sein, daß die eben angedeuteten Methoden der Kunsthefebereitung jene sind, welche in der Zukunft ausschließliche Anwendung finden werden; wenn man in der Lage ist, einen Körper, zu dessen Darstellung man sich sonst eines so kostspieligen Materials, wie es das Malz ist, bedienen mußte, aus sehr geringwerthigen Rohstoffen zu erhalten, so erscheint es schon durch materielle Interessen geboten, die letzteren in dieser Richtung auszunützen.

Ein glänzendes Beispiel in dieser Beziehung bietet uns das Verfahren der Darstellung von Kunsthefe aus Schlämpe. In letzterer finden sich jene Extractivstoffe vor, welche in der zur Vergährung der Maischen verwendeten Hefe enthalten waren; da aber diese Extractivstoffe ein ausgezeichnetes Mittel zur Ernährung von Alkoholhefe abgeben, so wird man durch einfaches Mischen von

*) Die Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futterstoffe. Berlin 1874.

**) Deutsche Reichspatente 6622, 9534 und 11013.

Schlämpe mit süßer Maische eine Flüssigkeit erhalten, welche vollkommen geeignet ist, die in ihr ausgesäete Hefe sehr kräftig zu ernähren, und zur Bereitung von Kunsthefe zu dienen. —

Wir erwähnen hier, daß eine ganze Reihe von Vorschriften über Anwendung von Chemikalien zur „Kräftigung" oder „Auffrischung" der Hefe existirt, welche aber sammt und sonders nur sehr untergeordneten Werth besitzen. — Diese „Gährmittel" bestehen gewöhnlich aus kohlensaurem Ammoniak, welches in milchsauren Hefen höchstens durch Neutralisirung eines Säureüberschusses wirken kann, da Ammoniak ein schlechtes Nahrungsmittel für die Hefepflanze abgiebt; für gewisse Bestandtheile dieser Compositionen, z. B. für Alos, wüßten wir gar nicht anzugeben, in welcher Weise dieselben günstig auf die Ernährung der Hefe einwirken könnten.

Richtig bereitete Kunsthefe enthält schon an und für sich einen solchen Reichthum an Nährsalzen der Hefepflanze, daß besondere Zusätze von Nährsalzen n den meisten Fällen ganz überflüssig sein dürften — wenn solche aber gemacht werden sollen, so ergiebt sich schon aus der Zusammensetzung der Hefeasche von selbst, welche Chemikalien anzuwenden sind. Nach Mitscherlich enthält die Asche von

	Oberhefe	Unterhefe
Phosphorsäure	53,9	59,9
Kali	39,8	28,3
Natron	—	—
Magnesia	6,0	8,1
Kalk	1,0	4,3
Kieselsäure	Spuren	—
	100,7	100,1

Die größte Menge von Phosphorsäure ist an Kali, eine geringere an Magnesia gebunden; es könnte somit allenfalls nur ein Zusatz einer Lösung von phosphorsaurem Kali in überschüssiger Phosphorsäure, welch' letztere lösend auf gewisse in der Nährflüssigkeit enthaltenen Salze einwirken wird, vom Standpunkte des Gährungschemikers als zulässig erklärt werden — alle anderen Zusätze sind entweder von keinem oder geradezu von nachtheiligem Einflusse.

Für Darrmalz-Kunsthefe verwendet man für je 1000 l Maischraum 12 bis 14 kg Darrmalz, welches, nachdem es mit 15—16 l Wasser durch 1—½ Stunde gemaischt, durch 20 Stunden gesäuert und schnell abgekühlt wird, den Zusatz von Mutterhefe erhält. Für Grünmalzhefe verwendet man für 1000 l Maischraum 20—25 kg Grünmalz und 20—25 l Maischwasser, verfährt sonst aber ebenso wie bei der Darstellung von Darrmalzhefe.

Die sogenannte Schrothefe wird aus Gemischen von Malz und Schrot von Rohgetreide dargestellt und kann man das Verhältniß zwischen beiden so stellen, daß man die Mengen von Malz- und Getreideschrot gleich macht, indem die in dem Malze enthaltenen Fermente vollkommen ausreichen, um auch die Bestand-

heile des Rohgetreides zu verflüssigen. Man ersetzt bei dieser Kunsthefe einen Theil des Malzes durch das billigere Rohgetreide — noch viel billiger stellen sich die Schlämpehefen, welche ganz ohne Malz aus gleichen Theilen frischer Schlämpe und süßer Kartoffelmaische bereitet werden. (Schlämpe, welche durch längere Zeit aufbewahrt wurde, kann schon stark in Zersetzung übergegangen sein und ist dann selbstverständlich nicht mehr zur Hefekultur verwendbar.)

Die als Kartoffelhefe bezeichnete Kunsthefe, aus 100 l süßer Kartoffelmaische und 30—35 kg Grünmalz zusammengesetzt, dürfte vielleicht sehr zweckmäßig einen Zusatz einer kleinen Menge von Phosphorsäure erhalten, um mit Bezug auf den hohen Kaligehalt der Kartoffeln die Menge der Nährsalze für die Hefe in ein günstiges Verhältniß zu stellen. — Seitdem man tieferen Einblick in die Ernährungsbedingungen des Alkoholfermentes gewonnen hat, ist man dahin gekommen, die Ansätze für die Kunsthefe nach den vorstehend angegebenen Regeln in sehr einfacher Weise herzustellen, und müssen die früher so häufig als besondere Fabrikgeheimnisse ausgebotenen Recepte zur Darstellung guter Kunsthefe, welche oft nur zu deutlich zeigten, wie wenig Einsicht jene, welche sie vorschlugen, in das Wesen des Hefewachsthums hatten, gänzlich bei Seite gesetzt werden — wenn man alle Bedingungen erfüllt, welche zur Ernährung und Vermehrung der Hefe erforderlich sind, so hat man alles gethan, was gethan werden kann, um brauchbare Kunsthefe herzustellen, und handelt es sich vorzüglich darum, dies unter Anwendung der billigsten Rohstoffe zu erzielen.

XII. Die Vergährung der Maischen.

Die bis auf die geeignete Temperatur erkalteten Maischen werden, um sie in Alkoholgährung zu versetzen, mit Hefe gemischt oder zur Gährung angestellt, und findet entweder schon ein Zusatz von Maische zur Hefe, eine gewisse Zeit bevor das ganze Quantum der Maische in Gährung gebracht werden soll, statt (Vorstellen), oder es wird unmittelbar die Hefe der Maische in den Gährgefäßen zugefügt (Stellen). Auf den günstigen Verlauf der Gährung nehmen mehrere Factoren Einfluß und zwar die Concentration der Maische, der Säuregehalt derselben, die Beschaffenheit und Menge der Hefe, und endlich die Temperatur, welche die Maische im Augenblick des Anstellens besitzt. — Während die erstgenannten Factoren schon bei der Darstellung der Maische und Hefe in das richtige Verhältniß gestellt werden müssen, ist die Einhaltung der günstigen Anstelltemperatur, sowie die Regulirung der Temperatur während der Gährungsdauer der Maische eine der Hauptaufgaben, welche dem Brennereileiter während der Vergährung der Maischen zufallen.

Wenn wir uns kurz an jene Vorgänge erinnern, welche während der Gährung der Maischen statthaben, so finden wir, daß sich die Hefe in der Maische noch eine Zeitlang vermehrt, indeß jene Zellen, deren Entwickelung schon auf dem betreffenden Punkte angelangt sind, sogleich ihre vergährende Thätigkeit beginnen. Letztere ist aber mit einer Steigerung der Temperatur verbunden und wird in Folge der Erwärmung der Gährungsvorgang immer mehr an Intensität gewinnen, bis er bei einer gewissen Temperatur am mächtigsten wird und die Vergährung des Zuckers ihren Höhepunkt erreicht hat, das heißt, in einer gewissen Zeit die größte Zuckermenge zersetzt wird. — In Folge der Verminderung des gährungsfähigen Materials, Anhäufung von Gährungsproducten und Abnahme der vergährend wirkenden Individuen des Hefepilzes, sinkt die Intensität der Gährung von diesem Höhepunkte wieder herab und wird diese Abnahme

durch das allmählige Sinken der Temperatur und die minder rasche Abnahme der Saccharometeranzeige ersichtlich.

Man kann daher bei der Gährung der Maischen, wie bei jeder anderen regelrecht verlaufenden Alkoholgährung überhaupt, drei deutlich von einander zu unterscheidende Stadien annehmen, welche man als Vor-, Haupt- und Nachgährung bezeichnet.

Die Vergährung der Maischen, wird in Gefäßen, Gährbottichen, vorgenommen, welche in besonderen Gährräumen untergebracht sind, deren Größe selbstverständlich von der Größe der Fabriksanlage abhängt; von der baulichen Ausführung der Gährungsräume hängt in so ferne die Erzielung der größtmöglichen Alkoholausbeute ab, als durch die Anlage der Gährräume auch die Möglichkeit, die Temperatur zu reguliren, und die gleichförmige Führung der Gährung bedingt wird. Die Gährgefäße nehmen hierauf ebenfalls gewissen Einfluß, so daß sich mit Recht behaupten läßt, daß von der richtigen Construction der Gährräume ein großer Theil des richtigen Verlaufes des Gährungsprocesses abhängig ist und erscheint es uns von Wichtigkeit, kurz jene Momente anzuführen, welche beim Baue der Gährräume festgehalten werden sollen.

Die Gährräume.

Da es bei einem Gährraume ganz besonders darauf ankommt, die Temperatur desselben beliebig zu reguliren, so soll derselbe immer aus dickem Mauerwerk hergestellt und in einen Theil des Fabriksgebäudes verlegt werden, welcher nach Norden gekehrt ist, indem unter diesen Verhältnissen die Einwirkung der Sonnenstrahlen und die Schwankungen der äußeren Temperatur keinen nachtheiligen Einfluß auf die Temperatur des Gährraumes nehmen können. Um in dem Gährraume die Temperatur nach Belieben steigern zu können, und namentlich, um die gewaltigen Mengen von Kohlensäure, die sich während der Hauptgährung in denselben ansammeln und den Aufenthalt sehr unangenehm machen würden, zu beseitigen, erscheint uns die Anlage einer zweckmäßig eingerichteten Heizung und Ventilation als ein unerläßliches Erforderniß eines richtig angelegten Gährraumes. Nachdem gegenwärtig jede größere Spiritusfabrik unter Anwendung von Dampf arbeitet, dürfte es am zweckmäßigsten sein, die Gährräume mit Dampf zu beheizen, um so mehr, als gerade diese Art der Heizung die Regulirung der Temperatur mit der größten Leichtigkeit gestattet.

Die Ventilation, welche durch einen Ventilator oder Dampfstrahl-Exhaustor bewerkstelligt wird, bedingt, wie leicht einzusehen, während der kälteren Jahreszeit das Vorhandensein einer Heizung; wollte man den Gährraum im Winter einfach ventiliren, so hätte dies das Nachströmen von kalter Luft zur Folge und könnten hierdurch Störungen im Verlaufe der Gährung stattfinden — durch gleichzeitiges Heizen und Ventiliren können diese Störungen hintangehalten werden.

Das Material, aus welchem die Oberfläche der Wände und der Fußböden des Gährraumes bestehen, ist von größter Wichtigkeit: nur bei richtiger Beschaffenheit

desselben wird es möglich, die absolut nothwendige Reinlichkeit des Gährraumes einzuhalten. Man hat in Bezug auf die Wichtigkeit dieses Gegenstandes zu sehr kostspieligen Materialien gegriffen und zur Auskleidung der Gährräume große Platten aus dichtem Stein, oder glasirte Ziegel verwendet, welche aber entschieden hinter einem Cementüberzuge zurück stehen. Wenn man das rohe Mauerwerk des Gährraumes, sowie das Gewölbe desselben mit einem 2—3 cm dicken Ueberzuge aus Cement versehen, denselben poliren und einige Male mit Wasserglaslösung anstreichen läßt, so ist dieser Ueberzug der beste, welchen man in der Gährkammer verwenden kann. Er ist so dicht, daß er keine Flüssigkeit einsaugt und bildet eine ebene Fläche ohne Fugen und Risse, in welch' letzteren sich so leicht schädliche Fermente festsetzen können. Wenn man den Fußboden des Gährraumes aus demselben Materiale so herstellt, daß der Fußboden von den Wänden nach der Mitte hin schwachen Fall hat, so läßt sich der Gährraum außerordentlich leicht reinigen: es genügt, einen unter stärkerem Druck stehenden Wasserstrahl z. B. aus einer Handfeuerspritze gegen Gewölbe und Wände zu leiten, um alle Maische, welche aus den Gährgefäßen verspritzt wurde, zu beseitigen und das Waschwasser schnell abfließen zu machen. Das Gefälle des Bodens nach der Mitte des Gährraumes soll sogar ein nicht zu geringes sein, damit die aus den Gährungsgefäßen übersteigende Maische schnell abfließen könne. Bei Anwendung von Gährräumen, deren Wände vollständig mit glattpolirtem Cement überzogen sind, ist es nicht einmal unbedingt nöthig, denselben eine solche Höhe zu geben, daß das Verspritzen gährender Maische an die Decke nicht stattfinden kann, indem sich die an der Decke haftenden Maischtropfen nach beendeter Gährung leicht durch den Wasserstrahl beseitigen lassen; nicht sehr hohe Gährräume lassen sich auch leichter beheizen und ventiliren als solche von bedeutender Höhe.

Der Raum, welcher zur Darstellung der Kunsthefe dient, die Hefekammer, muß in Bezug auf seine Einrichtung vielfach mit dem Gährraum übereinstimmen; er soll nach Norden liegen, heizbar sein, Wände und Fußboden derselben sollen aus vollständig wasserdichtem Materiale hergestellt sein, um die Beseitigung verschütteter Flüssigkeit, in welcher sich in kürzester Zeit die so gefährlichen Fermente der Nebengährungen massenhaft einstellen, schnell und vollständig vornehmen zu können.

Die Gährgefäße.

Die Gefäße, in welchen man die Gährung der Maischen vor sich gehen läßt, bilden einen sehr wichtigen Theil der ganzen Fabrikseinrichtung und wollen wir einige Worte über dieselben anführen. Die Anforderungen, welche man an ein derartiges Gefäß zu stellen hat, sind, daß es einer möglichst geringen Abnutzung unterworfen sei, daß es die Wärme schlecht leite und endlich leicht zu reinigen sei. Gährbottiche aus Holz, und dieses ist das Material, aus welchem man diese Gefäße gewöhnlich darstellt, erfüllen diese Bedingungen nur dann in vollem Maße, wenn das Holz einer gewissen Behandlung unterzogen wurde, auf welche wir noch unten zurückkommen werden.

Bottiche aus harzreichen Hölzern (Lärchen-, Föhren- oder Tannenholz) sind wegen des Harzgehaltes, der diesen Hölzern eigen ist, von größerer Dauerhaftigkeit als Gefäße aus anderen Hölzern, welche bekanntlich unter dem abwechselnden Einflusse des Wassers und der Luft in kurzer Zeit zu Grunde gehen; sehr dichte Holzgattungen, z. B. Eichenholz, welche wenig Flüssigkeit einsaugen, sind ebenfalls ein gutes Material zur Anfertigung von Gährbottichen. Aber auch das dichteste Holz saugt Flüssigkeit ein und nimmt Fermente in seine Poren auf, so daß es eigentlich absolut unmöglich ist, gewöhnliche Holzgefäße, in welchen sich gährende Flüssigkeiten befanden, so zu reinigen, daß alle ihnen anhaftenden Fermente beseitigt wurden; man könnte letztere nur durch Ausdämpfen der Gefäße tödten. Man hat daher, um das Eindringen von Flüssigkeit in das Holz möglichst zu verhüten, die Innenseite der Gefäße mit heißem Leinöl getränkt, was ziemlich große Kosten verursacht, oder dieselben mit Oelfarbe angestrichen, der Anstrich muß aber oft erneuert werden. Es erscheint uns daher sehr zweckmäßig zu sein, die in den Spiritusfabriken verwendeten Gährgefäße in ähnlicher Weise gegen die Einwirkung der gährenden Flüssigkeit zu schützen, wie dies in den Bierbrauereien geschieht, nämlich die Innenseite der Bottiche durch Ueberziehen mit einer sogenannten „Bottichglasur" zu versehen. Die Bottichglasuren*) bestehen aus Lösungen von Schellack und Bernstein in flüchtigen Flüssigkeiten und werden nach dem Auftragen durch Erhitzen mit einer der Löthlampe ähnlich construirten Lampe in das Holz eingebrannt; letzteres erscheint dann vollständig flüssigkeitsdicht und haften die Glasuren so fest an dem Holze, daß man die Bottiche mittelst Bürsten reinigen kann, ohne daß die Glasur innerhalb einer Campagne eine so starke Abnutzung erleidet, daß ein Wiederholen des Anstriches nothwendig wird.

Das zweckmäßigste unter allen Verfahren, das Holz gegen die Einwirkung der gährenden Flüssigkeiten zu schützen, ist wohl jenes, nach welchem dasselbe bis zu einer gewissen Tiefe mit Paraffin so imprägnirt wird, daß durch das Paraffin alle Poren des Holzes geschlossen werden und die Oberfläche des Holzes durch eine dünne Schicht Paraffin von der Berührung mit der gährenden Flüssigkeit abgeschlossen ist. Das Paraffin, dieser durch seine große chemische Indifferenz so ausgezeichnete Körper, bietet den Säuren, welche sich in den Maischen vorfinden können, vollen Widerstand, und dürfte das Reinigen der Gährbottiche, welche mit Paraffin behandelt wurden, ganz leicht unter Anwendung weicher Bürsten und eines kräftigen Wasserstrahles auszuführen sein.

Aehnlich wie in den Brauereien Gährgefäße aus Eisen und Schieferplatten in Anwendung gebracht wurden, hat man solche auch für Spiritusfabriken empfohlen, wie es aber scheint, nicht mit demselben Rechte wie in den Brauereien. Es darf nämlich nicht vergessen werden, daß Bierwürzen nur einen sehr geringen Gehalt an freien Säuren besitzen, indeß in Spiritusmaischen verhältnißmäßig große Mengen von Säure enthalten sind, welche das Eisen leicht aufzulösen und

*) Vergleiche Band III dieses Werkes Seite 376.

im Laufe der Zeit wahrscheinlich auch den Schiefer anzugreifen vermögen. Es wäre leicht, die Eisengefäße durch einen Lacküberzug gegen die Einwirkung der saueren Maische zu schützen — Eisengefäße sind aber gute Wärmeleiter, und ist diese Eigenschaft bei Gährgefäßen, welche zur Vergährung von Spiritusmaischen dienen sollen, nicht erwünscht. Steingefäße sind zwar aus einem die Wärme ziemlich schlecht leitenden Materiale bestehend, aber kostspielig und wie erwähnt wahrscheinlich gegen den Einfluß der saueren Maische nicht völlig widerstandsfähig. Es bleibt demnach nur das Holz als das geeignetste Material zur Herstellung von Gährgefäßen und stellt man dieselben wegen der größeren Ausnützung des Raumes häufiger in ovaler als in kreisender Form dar.

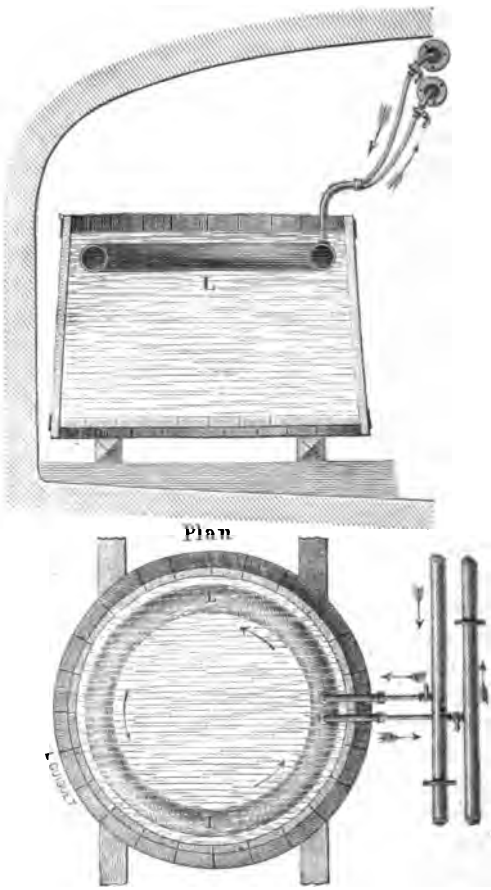
Der Fassungsraum der Bottiche, zum Theil auch von der Größe der ganzen Fabriksanlage abhängig, ist ein sehr wechselnder und beträgt meistens zwischen 10 und 50 hl, und dürften diese Grenzen auch für die Vergährung concentrirterer Maische die richtige Größe der Gefäße angeben. In Bottichen unter 10 hl wird wegen der verhältnißmäßig großen Oberfläche des Gefäßes die Abkühlung von außen ziemlich stark auf die Vergährung der Maischen einwirken, indeß in zu großen Bottichen der Fall eintreten kann, daß die Temperatur der gährenden Maische so hoch steigt, daß eine Gefahr für die vergährend wirkende Thätigkeit des Alkoholfermentes entsteht; bei Temperaturen, welche 35° C. übersteigen, tritt dies immer ein, bei noch höheren Temperaturen hört die Thätigkeit des Fermentes ganz auf.*) Bei der Berechnung des Fassungsraumes der Gährbottiche muß man auf den sogenannten Steigraum Rücksicht nehmen, nämlich auf jenes Volumen, welches die im Stadium der Hauptgährung befindliche Maische im Vergleich mit jenen der eben angestellten Maische besitzt. Bei einer Bottichhöhe von 1,5 bis 1,6 m ist für sehr stürmisch gährende Maischen ein Steigraum von 20 Cm erforderlich, um das Ueberfließen der Maischen zu verhindern. In jenen Staaten, in welchen die Besteuerung der Spiritusfabrikation nach der Größe der Gährgefäße stattfindet, liegt es selbstverständlich im Interesse der Fabrikanten, den Raum, für welchen er Steuer zahlt, möglichst auszunützen und muß derselbe trachten, die Gährung so zu leiten, daß die Maischen nicht sehr stark steigen und er keine Verluste durch das Ueberfließen der Gährgefäße erleide. Freilich steht dieses Niederhalten der Maische während der Hauptgährung im Widerspruche mit den Gesetzen der Gährung — es bleibt aber dem Fabrikanten kein anderer Ausweg, um sich vor erheblichen Verlusten zu schützen, als der, das Steigen der Maische auf das kleinste Maß einzuschränken.

Durch Anwendung einer Vorrichtung die jener ähnlich ist, mit Hülfe welcher man in den Bierbrauereien das Ueberschreiten einer gewissen Temperatur in der gährenden Flüssigkeit verhindert, wäre es gewiß auch möglich, selbst in den größten Gährgefäßen die Temperatur der gährenden Maischen nicht über eine gewisse Höhe steigen zu lassen, Fig. 87 versinnlicht die Einrichtung eines solchen Kühlapparates, welcher in den Gährgefäßen der Brauereien mit Vortheil ange-

*) Vergleiche Band I dieses Werkes Seite 191 u. ff.

wendet wird. Ein ringförmiges Gefäß L steht durch zwei Röhren und Kautschukverbindungen mit zwei weiteren Röhren, welche längs der Decke des Gährraumes hinlaufen, in Verbindung. Eine Pumpe treibt das Kühlwasser (für Spiritus-

Fig. 87.



Gährbottich-Kühler.

fabriken wird in allen Fällen gewöhnliches Brunnenwasser mit 8—12° C. zur Kühlung hinreichen) in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung durch den Ring und fließt das erwärmte Wasser durch das zweite Rohr ab. Jedenfalls dürfte diese Art der Kühlung gährender Maischen jener vorzuziehen sein, bei welcher man mit Eis gefüllte Blechgefäße, sogenannte Eisschwimmer in die Maischen einsenkt. Die Eisschwimmer erniedrigen nämlich die Temperatur der mit ihnen

unmittelbar in Berührung kommenden Flüssigkeit sehr stark und kann jedenfalls durch Anwendung einer Wasserkühlung die Erniedrigung der Temperatur der gährenden Maische viel gleichmäßiger bewerkstelligt werden.

Das Stellen der Maischen.

Die Temperatur, bei welcher die Maischen mit Hefe versetzt „gestellt" werden, hängt sehr wesentlich von der Concentration der Maischen selbst und der Größe der Gährgefäße ab und gilt als Regel, daß man eine Maische bei um so höherer Temperatur anzustellen hat, je geringer die Saccharometeranzeige derselben ist und je kleiner die Gährgefäße sind. Die concentrirten Maischen mit einer bis zu 25° gehenden Saccharometeranzeige, welche man jetzt immer häufiger in den Spiritusfabriken anwendet, müssen bis auf eine Anstelltemperatur von 12,5° C. (10° R.) abgekühlt werden, 20percentige Maischen stellt man bei 15° C. (12° R.), schwächere Maischen noch um 1—2° höher.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die größte Alkoholausbeute aus Maischen erzielt wird, welche sich während der Hauptgährung bis auf 30—32,5° C. (24—26° R.) erwärmen, und hat man sich nach der Größe der Gährgefäße und der Beschaffenheit des Gährraumes in Bezug auf die in ihm herrschende Temperatur mit dem Anstellen so einzurichten, daß die angegebene Temperatur zwar erreicht, aber auch nicht überschritten wird. Es sei übrigens hier bemerkt, daß man Maischen, mit verhältnißmäßig sehr hohen Temperaturen (bis zu 25° C.=20° R). anstellen und regelrecht vergähren kann, wenn man durch Anlage einer gleichmäßig wirkenden Kühleinrichtung dafür sorgt, daß die Temperatur von 30—32° C. nicht überschritten werde. Dieses Anstellen bei so hoher Temperatur bringt den Vortheil mit sich, daß man den Betrieb der Spiritusfabrik auch während der heißen Jahreszeit ohne großen Aufwand an Eis für die Kühlung fortsetzen kann und die Gährung in verhältnißmäßig kurzer Zeit beendet ist. Es erscheint aber in diesem Falle unerläßlich, eine reichliche Menge sehr kräftiger Hefe anzuwenden, um durch die bald sehr mächtig auftretende Alkoholgährung und das Entstehen von Alkohol die Fortentwickelung des Milchsäurefermentes zu hemmen.

Um in die Maische die entsprechende Menge von Hefe zu erhalten, wendet man sehr zweckmäßig das sogenannte Vorstellen, wie man es bei der Kunsthefe durch Versetzen der bis auf einen gewissen Grad vergohrenen Kunsthefe mit süßer Maische anwendet, auf die ganze Maische selbst an und führt diese Operation in der Weise aus, daß man der Maische, welche auf etwa 25° C. erkaltet ist, Hefe zusetzt. Geschieht dies auf dem Kühlschiffe, so wird durch die große Oberfläche, welche die Flüssigkeit besitzt, die Aufnahme des Sauerstoffes sehr befördert und findet eine reichliche Vermehrung der Hefe statt; arbeitet man mit Röhren- oder Berieselungskühlern, so bringt man die Hefe zuerst in den Gährbottich, läßt die Maische Anfangs etwa bis auf 25° C. abgekühlt zufließen und erkaltet erst die letzten Partien der Maische so stark, daß die Temperatur der ganzen Flüssigkeit auf jenen Grad erniedrigt ist, bei welchem man das Anstellen ausführen will.

Die Mengen von Hefe, welche man zum Anstellen der Maischen verwendet, sollen nicht über jenes Maß hinausgehen, dessen man eben zur vollständigen Vergährung der in der Maische enthaltenen Maltose und des Dextrines bedarf; wendet man einen Ueberschuß von Hefe an, so werden sich vor Eintritt der starken Gährung alle Hefezellen entsprechend vermehren, und hierfür auch eine entsprechende Menge von Zucker verbrauchen, welche dann für die Alkoholbildung verloren ist; man wird daher durch Anwendung einer größeren Hefemenge als nothwendig ist, nicht nur kein günstigeres, sondern aus der eben angegebenen Ursache ein ungünstigeres Gährungsresultat erzielen. Ein Hefevolumen, welches 10 pCt. von jenem der zu vergährenden Maische ausmacht, ist, wenn richtig bereitet, vollständig ausreichend, um selbst concentrirte Maischen zu vergähren und hat man in der Zeitdauer des Vorstellens ein ganz ausgezeichnetes Mittel in der Hand, um erforderlichen Falles eine Vermehrung der Hefezellen in dem gegebenen Quantum von Kunsthefe eintreten zu lassen.

Die Haupt-Gährung.

Nach erfolgtem Stellen der Maische liegt dieselbe ruhig in den Gährgefäßen und geht scheinbar keine Veränderung in ihr vor; enthält sie eine große Menge von Sauerstoff gelöst, so findet ein sehr kräftiger Hefewachsthum statt und steigt die Temperatur nur langsam, bis endlich die Erscheinungen der Hauptgährungen mit Macht eintreten; die Zeit, welche bis zum Eintritt der Hauptgährung verstreicht, hängt von der Anstelltemperatur ab, bei kalt angestellten Maischen (12—13° C.) tritt sie 20—29, bei concentrirten Maischen selbst erst nach 30 Stunden ein, bei warm angestellten Maischen (20—23° C.) oft schon nach 7—9 Stunden; die Temperatur nimmt allmälig zu bis sie in ersterem Falle nach 36—40 Stunden, bei warm gestellten Maischen schon nach 30 Stunden das Maximum von 30—32,5° C. (24—26° R.) erreicht, dann wieder abnimmt und endlich nach beiläuffg sechzigstündiger Gährungsdauer die Maische vollkommen ausgegohren ist.

Die Erscheinungen, unter welchen die Hauptgährung vor sich geht, zeigen gewisse Verschiedenheiten, so daß man in der Praxis von mehreren Formen der Hauptgährung spricht und unterscheidet in dieser Beziehung matte Gährungen mit Deckenbildung, Schaumgährung, wilde Gährung, steigende und fallende, wälzende Gährung u. s. w.

Die gewöhnliche auftretende Form der Gährung ist jene, welche man als steigende und fallende bezeichnet; bei derselben steigt die gährende Maische unter mäßiger Kohlensäure-Entwickelung bis zu einer bestimmten Höhe, um dann plötzlich eine sehr große Menge von Kohlensäure zu entbinden, worauf die Masse wieder in sich zusammen sinkt. Es sammeln sich nämlich eine große Menge von Kohlensäureblasen an, welche, nachdem sie eine gewisse Größe erreicht haben, fast gleichzeitig platzen, wobei einzelne Theile der Maische emporgeschleudert werden um dann wieder in die zusammensinkende Maische zurück zu fallen. Bei dieser

Form der Gährung geht somit die Kohlensäure-Entwickelung nicht in allen Theilen der Maische mit solcher Energie vor sich, daß alle in der Maische schwebenden Körper in beständiger Bewegung erhalten werden, es sammelt sich immer eine gewisse Menge der festen Körper in den oberen Schichten der Maische an, wird von der Kohlensäure gehoben und endlich durchbrochen; schon der Umstand, daß diese Gährungsform bei dickflüssigen aber doch zuckerarmen Maischen am häufigsten auftritt, spricht speciell für die Richtigkeit der oben gegebenen Erklärungsweise der Erscheinung.

Wenn die Entwickelung von Kohlensäure in der Gesammtmenge der Maische stattfindet, so kommt jene Gährungsform zu Stande, welche man als die wälzende Gährung bezeichnet; der Kohlensäurestrom erhebt sich in der Mitte des Bottichs, wo ihm die leicht verschiebbaren Flüssigkeitstheilchen den geringsten Widerstand entgegensetzen und nimmt hierbei die festen in der Maische schwebenden Körper mit sich; letztere werden gegen die Wandung des Bottichs getrieben, sinken nach unten, werden vom Boden wieder nach der Mitte zu emporgehoben u. s. w., so daß eine fortwährende Strömung in der gährenden Flüssigkeit stattfindet und die Kohlensäure so wie sie entsteht auch entweicht, ohne sich durch die dickflüssigen Massen einen Weg bahnen zu müssen. Dieser gleichmäßigen Abfuhr der Kohlensäure unmittelbar nach ihrer Entstehung entspricht auch das geringe Steigen der Maische und kann man daher die Bottiche etwas höher füllen, ohne ein Uebersteigen der Maische befürchten zu müssen. Da die wälzende Gährung nur dann eintritt, wenn der Gährungsvorgang in allen Theilen der Maische in gleicher Stärke vor sich geht, dieses aber der sicherste Beweis für den regelrechten Verlauf des Processes ist, muß man diese Gährungsform als die eigentlich normale für Spiritusmaischen erklären.

Als Schaumgährung bezeichnet man die Gährung dann, wenn die Maische nach dem Eintreten der Gährung bis zu einem gewissen Punkt steigt und mit dem Zunehmen der Gährung anfängt, zähe Schaummassen zu bilden, welche sich über ein Drittel der Bottichhöhe emporheben und endlich über den Rand des Bottichs überfließen. Da diese Erscheinung während der ganzen Hauptgährung andauert und erst mit beginnender Nachgährung der Schaum zu sinken beginnt, so ist die Schaumgährung, obwohl sie normale Vergährung der Maischen bedingt, mit Recht gefürchtet, indem sie einen bis ein Drittel des Bottichinhaltes gehenden Verlust an Material nach sich ziehen kann. Man hat die Ursachen der Schaumgährung in einer besonderen Beschaffenheit der Hefe gesucht, ohne daß die Untersuchungsmethoden der Hefe diese Annahme bestätigt haben; daß aber die Hefe dennoch einen Einfluß auf diese Gährungsform nehme, beweist die wiederholt gemachte Beobachtung, daß mit dem Hefewechsel auch die Schaumgährung verschwindet. Es ist aber auch gelungen, durch Mitverwendung von Maismaischen dem Eintreten der Schaumgährung zu steuern, und lassen sich zwei Fälle zur Erklärung dieser Thatsache denken: die physikalische Beschaffenheit der mit Maismaische gemischten Kartoffelmaische wird in Folge des Fettgehaltes der Maismaische eine solche, daß keine Schaumbildung mehr stattfindet, oder die Hefe wird

nunmehr in solcher Weise ernährt, daß sie nicht mehr Schaumbildung veranlaßt. Wir halten beim Eintreten der Schaumgährungen in allen Fällen einen Wechsel der Hefe für angezeigt, auch wenn die Hefe ganz normal aussieht. Bis nun sind unsere Kenntnisse über die Hefe lange noch nicht so weit vorgeschritten, daß wir uns in allen Fällen durch das bloße Aussehen der Hefe ein endgültiges Urtheil über den Zustand der Hefe zu bilden im Stande wären.

Bei den sogenannten Deckengährungen findet die Kohlensäure-Entwickelung so träge statt, daß sich alle festen in der Maische enthaltenen Körper auf der Oberfläche derselben als zusammenhängende Schicht sammeln und ist diese Gährungsform gewöhnlich ein Zeichen einer sehr wenig kräftigen Hefe, welche so geringen Gähreffect übt, daß die Bewegung der Maische nicht stark genug ist, um die festen Körper nicht auf die Oberfläche schwimmen zu lassen. Als das einzige Mittel, eine solche Gährung regelrecht in Gang zu bringen, muß die Zugabe guter Hefe, z. B. frischer Preßhefe bezeichnet werden und ist selbstverständlich ein Wechsel der bisher in der Fabrik angewendeten Hefe unerläßlich.

Die Nachgährung.

Das Uebergehen der Hauptgährung in die Nachgährung erfolgt ebenfalls allmälig und kann man das Eintreten der höchsten Gährungstemperatur als jenen Zeitpunkt ansehen, in welchem die Hauptgährung beendet ist und die Nachgährung beginnt. Da aber bei solchen Maischen, welche mit sehr viel Hefe angestellt wurden, schon zu einer Zeit, in welcher noch eine bedeutende Menge von Maltose zu vergähren ist, das Temperatur-Maximum erreicht wird, so muß man den Verlauf der Gährung gleichzeitig mit dem Saccharometer controliren und soll die Temperatur der gährenden Maische so zu reguliren trachten, daß dieselbe den höchsten Wärmegrad nicht eher erlangt, als bis das Saccharometer nur mehr 5—6 Grade zeigt.

In diesem Zeitpunkte ist die in der Maische enthaltene Maltose nahezu vollständig vergohren und muß sich nunmehr die Thätigkeit der Hefe der Vergährung des Zuckers zuwenden, welcher noch aus dem Dextrine geliefert wird. Wie schon öfter erwähnt, findet diese Umsetzung des Dextrins durch die Wirkung der Diastase statt und wirkt letztere erst dann kräftig, wenn die Temperatur der Flüssigkeit das Maximum erreicht hat. — Die gleichzeitige Controle der Maische mit Thermometer und Saccharometer bietet uns daher ein Mittel, die nachwirkende Kraft der Diastase zu controliren: wenn die Temperatur der Maische auch nach dem Schwächerwerden der Kohlensäureentwickelung durch mehrere Stunden constant auf dem Maximum bleibt und das Saccharometer dabei eine fortwährende Abnahme des specifischen Gewichtes der Flüssigkeit anzeigt, so ist hierdurch auch der Beweis für die richtige Wirkung der Diastase und Hefe gegeben. —

Ist endlich die Saccharometeranzeige bis auf etwa 2 Grade herabgesunken, so beginnt die Temperatur der Maische auch zu sinken und ist dies der Beweis

dafür, daß nunmehr auch die Nachgährung beendet sei und in der Maische überhaupt der Vorgang der Alkoholgährung sein Ende erreicht habe; die Maische ist nunmehr reif, das heißt, sie befindet sich in jenem Zustande, in welchem sie durch Destillation von Alkohol befreit werden soll.

Die Bestandtheile der reifen oder weingaren Maische sind entweder flüchtige oder nicht flüchtige, und unterscheiden sich wesentlich von einander je nach dem Materiale, welches zur Darstellung der Maische verwendet wurde; immer finden sich jedoch Wasser, Alkohol, alle anderen Producte der geistigen Gährung (Glycerin, Bernsteinsäure u. s. w.), specifische Gährungsproducte, Fuselöle, nebst Hefe und deren Zersetzungsproducten, ferner die Schalen des Malzes, unverändertes Stärkemehl, die unvergohrenen Kohlehydrate und Salze vor, so daß die weingare Maische eine Flüssigkeit von sehr complicirter Zusammensetzung bildet. Die Fuselöle, welche wahrscheinlich aus den Fetten entstehen, welche die angewendeten Rohmaterialien enthalten, sind für jedes Rohmaterial so charakteristisch, daß man durch sie in den Stand gesetzt ist, die Abstammung jedes nicht vollkommen gereinigten Weingeistes zu erkennen.

Mit Bezug auf die nicht den Fuselölen angehörigen freien Säuren, welche sich während der Gährung der Maischen bilden, erscheint uns die Milchsäure und die Essigsäure von besonderer Bedeutung; wir finden nämlich in normal vergohrenen Maischen neben 3—5tausendstel Milchsäure noch gewisse Mengen von Essigsäure vor, welche zwischen 0,3 und 1,5tausendstel betragen. Was das Auftreten der letztgenannten Säure bei der Gährung der Maischen anlangt, so halten wir sie, wenn die Menge derselben 0,5pCt. nicht überschreitet, für ein normales Product der Alkoholgährung selbst; wir finden im Weine und im Biere ebenfalls, wenn auch in sehr geringen Mengen, Essigsäure vor. Mengen von Essigsäure, welche aber über dieses Maß hinausgehen, entstehen wohl direct durch Essigsäuregährung und ist das Auftreten dieses Fermentes in den Brennereien mit großen Gefahren verbunden; die Essigsäure entsteht aus dem Alkohol, und findet sonach Verminderung des Erträgnisses statt; weit bedeutender sind aber die Verluste, welche dadurch entstehen können, daß die Gegenwart der Essigsäure die nachwirkende Kraft der Diastase beeinträchtigt, so daß in Folge eines höheren Gehaltes an Essigsäure in der Maische ein ansehnlicher Theil des vorhandenen Dextrines unvergohren bleiben kann.

Daß man durch zweckmäßige Leitung der Arbeit bei der Darstellung von Kunsthefe und während der Gährung der Maischen dahin wirken müsse, der Milchsäurebildung rechtzeitig Einhalt zu thun, wurde schon früher erwähnt; neben anderen Uebelständen, welche die Entstehung von zu viel Milchsäure im Gefolge hat, ist auch der zu beachten, daß sich die Alkoholausbeute vermindert, indem zur Bildung von Milchsäure Zucker verbraucht wird.

Während nach dem gegenwärtigen Stande der Praxis das Milchsäureferment in den Spiritusfabriken neben dem Alkoholferment cultivirt werden muß, muß man das Auftreten aller anderen Fermente zu unterdrücken trachten, indem diese nur Schaden bereiten können.

Viele Fabrikanten suchen den Ursprung der schädlich wirkenden Fermente, Essig- und Buttersäureferment, in der schlechten Beschaffenheit der Hefe, und kann derselbe möglicher Weise auch dort seinen Sitz haben; in der überwiegend großen Zahl der Fälle ist aber die Brutstätte dieser Fermente ganz anderswo zu suchen und zwar in den kleinen Flüssigkeitstropfen, welche aus der gährenden Maische verspritzt oder irgend wie auf den Fußboden der Arbeitsräume verschüttet werden. Man braucht nur absichtlich etwas von gährender Maische oder von Kunsthefe sich selbst zu überlassen, so kann man sich sehr bald durch das Mikroskop davon überzeugen, daß es in diesen Flüssigkeiten von fremden Fermenten wimmelt. Der gleiche Vorgang findet offenbar auch in den verschütteten Tropfen statt und bildet jeder derselben einen Infectionsheerd, aus welchem nachtheilige Folgen für den regelrechten Verlauf des Betriebes entstehen können

Es ist daher ein dringendes Gebot bei der Anlage der Hefekammer und Gährräume, alles zu thun, was gethan werden kann, um die Ansiedlung von Fermenten in porösen Mauern, in Fugen der Steine u. s. w. zu verhüten und außerdem in diesen sowie in allen Räumen der Fabrik die größte Reinlichkeit walten zu lassen. Zeigt sich trotzdem das Auftreten schädlicher Fermente, so muß auch sofort an die Vernichtung derselben geschritten und die Fermente durch Ausdämpfen der Bottiche oder Ausstreichen der letzteren mit Kalkmilch getödtet werden, indem jede Stunde Verzögerung in Folge der raschen Vermehrung dieser Fermente die Gefahr nur vergrößert. Aus gleichem Grunde soll der Betrieb der Fabrik so eingerichtet werden, daß die vergohrenen Maischen möglichst bald abdestillirt und die Gährbottiche, nachdem sie entleert sind, sogleich gereinigt werden.

Die Verarbeitung anderer stärkehaltiger Materialien.

Mit Bezug auf die mitteleuropäischen Verhältnisse bilden Kartoffeln, Mais und Getreide die Hauptmaterialien zur Gewinnung von Spiritus; selbstverständlich kann man aber auch jedes Material, welches genügende Mengen von Stärkemehl oder diesem verwandte Stoffe enthält, zur Darstellung von Weingeist verwenden; so z. B. Buchweizen und Hirse, in Südeuropa aber Reis und Asphodillwurzeln, Caroben u. s. w., in Norwegen die Renthierflechte und die isländische Flechte. Für deutsche Verhältnisse kommen zunächst Buchweizen und allenfalls Hirse, für jene von Italien hauptsächlich der Reis, für Ungarn der Mais in Betracht.

Buchweizen.

Buchweizen läßt sich als feines Schrot mit einem Zehntel dieses Gewichtes an Darrmalz vollkommen maischen, nachdem die Verkleisterung durch Anrühren des Schrotes mit heißem Wasser herbeigeführt wurde. Buchweizen enthält im Mittel*) 45,689 pCt. Stärke, 29,762 pCt. Dextrin und Zucker und 7,777 pCt.

*) Moleschott, Physiologie der Nahrungsmittel, S. 117.

Eiweiß; nach neueren Untersuchungen zwischen 53,58 und 62,62 stickstofffreie Extractivstoffe und 9,96 bis 11,19 pCt. Eiweiß*) und ist demnach ein Material, welches sehr hohe Ausbeuten an Alkohol und eine Schlämpe liefern muß, welche in Folge ihres Reichthums an stickstoffhaltigen Körpern großen Nährwerth besitzt. Knobloch erzielte aus Buchweizen, dessen Stärkegehalt 52 pCt. betrug, für jedes Kilogramm Stärkemehl 56 Literpercent Alkohol.

Der Reis.

Als die an Stärkemehl reichste unter allen Getreidegattungen ist der Reis ein sehr werthvolles Material zur Fabrikation von Spiritus, dessen ausgedehnter Anwendung nur der hohe Preis im Wege steht; es werden jedoch, namentlich in Italien und Frankreich, die billigeren Sorten, sowie zerbrochene Körner und die Abfälle, welche sich beim Schälen und Poliren des Reises ergeben, auf Spiritus verarbeitet; Reiskleie enthält immer noch 30 bis 40 pCt. Stärkemehl.

Nach älterer Methode wird der ziemlich fein gemahlene Reis durch Einteigen mit Wasser und Erhitzen weich gemacht und gewöhnlich schon hierbei etwas Malz zugesetzt, um das Entstehen einer zu zähen Kleistermasse zu verhüten; sodann wird das Malzschrot zugefügt und die Maischung in gewöhnlicher Weise ausgeführt. Häufiger wird der Reis jetzt unter Anwendung von Schwefelsäure oder Salzsäure verarbeitet, indem man auf 100 kg Reis 5 — 10 kg Schwefelsäure und 200 — 300 l Wasser anwendet und das Kochen in kupfernen Kesseln oder in hölzernen Bottichen bis zur Vollendung der Verzuckerung fortsetzt. Die Zeit, welche hierfür erforderlich ist, beträgt 4—10 Stunden und wird dann die sich ergebende Zuckerlösung, nachdem sie durch Zusatz von Kreide oder Kalkmilch fast vollständig neutralisirt wurde, auf die Gährungstemperatur abgekühlt und zur Gährung gebracht, was dadurch geschieht, daß man der Maische 10—12 pCt. Maische zusetzt, welche in voller Gährung begriffen ist und von einer früheren Operation herrührt.

Wenn man während des Erhitzens mit Schwefelsäure hohe Temperaturen anwendet, z. B. längere Zeit bis zum Kochen erhitzt, so wird das namentlich in den Hülsen des Reises in reichlicher Menge enthaltene Fett zerlegt und entsteht aus dem Glycerine Acroleïn, dessen scharfer Geruch an dem Spiritus deutlich hervortritt; man zieht es daher vor, um Spiritus von besserem Geruche zu erhalten, das Erwärmen bei geringerer Temperatur, aber durch längere Zeit vorzunehmen.

Roßkastanien würden wegen ihres hohen Gehaltes an Stärkemehl ganz gute Ausbeuten an Alkohol ergeben und sich als Material zur Spiritusgewinnung eignen, wenn nicht die Darstellung der Maischen mit so vielen Schwierigkeiten verbunden wäre. Die Kastanien müßten nämlich vor der Verarbeitung von der holzigen Schale befreit werden und müßte man überdies die geschälten, getrock-

*) Dietrich und König, Futterstoffe.

neten und gemahlenen Kastanien durch Waschen mit Wasser oder Sodalösung von Gerbstoff befreien; diese Arbeiten machen aber die Ausnutzung der Kastanien auf Spiritus so kostspielig, daß dieselbe kaum rentiren würde und eine fabriksmäßige Verarbeitung der Kastanien nicht stattfindet. Am ehesten dürfte eine solche noch möglich sein, wenn man die Zuckerbildung nicht unter Anwendung von Malz sondern von Schwefelsäure ausführt, indem dann das Auswaschen entfallen kann.

Für die nordischen Länder hat sich in den Flechten Cladonia rangifera und Cetraria islandica ein zur Spiritusfabrikation sehr günstiges Material ergeben, welches eine Cellulose enthält, die durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure leicht in Zucker übergeführt wird und mit der Stärke zusammen 72 pCt. des Gewichtes der Flechten ausmacht, so daß man durch Kochen von 100 Theilen Flechte mit 2,25 pCt. Salzsäure bis zu 64,3 pCt. Zucker erhalten kann. Die nach erfolgter Zuckerbildung sich ergebende saure Flüssigkeit mit Soda neutralisirt, liefert eine kochsalzhaltige Schlämpe, welche als Viehfutter verwandt werden kann.

XIII. Die Gewinnung von Spiritus aus Rüben und Melassen.

Die Zuckerrüben und die bei der Fabrikation des Rübenzuckers sich ergebenden Melassen bilden vielfach verwendete Materialien zur Darstellung von Spiritus; da sie schon Rohrzucker enthalten, welcher nur in eine gährungsfähige Zuckerart umgewandelt werden muß, so stellt sich der Proceß der Verarbeitung dieser Materialien viel einfacher als bei den stärkemehlhaltigen Körpern, bei welchen die Verarbeitung des Rohstoffes großen Arbeitsaufwand erfordert.

Die vortheilhafte Verarbeitung der Rüben auf Alkohol ist aber nur in solchen Ländern möglich, in welchen die Verhältnisse der Besteuerung der Spiritusfabrikation die Anwendung zuckerarmer Maischen gestatten. In der Regel enthalten die nach einem der nachstehend angegebenen Verfahren gewonnenen Säfte nicht mehr Zucker, als etwa 4 — 5 Volumpercent Alkohol entspricht; in Bezug auf die praktische Ausbeute stellt sich aber das Verhältniß nur bei Verarbeitung von Rübensäften in dieser Weise; wendet man Rübenbrei an, so ist dasselbe noch viel ungünstiger, indem man dann nur 2 — 4 Literpercent Alkohol vom Maischraume gewinnt. Die Grenzwerthe an Alkoholausbeute, welche selbstverständlich von der Qualität der Rüben abhängen, betragen auf den Centner Rüben bezogen, zwischen 200 und 260 Literpercent.

Die Verarbeitung des Rübenbreies und -Saftes.

Die Rüben können in zweifacher Weise verarbeitet werden: entweder auf die Weise, daß man sie in rohem Zustande oder nach dem Dämpfen zu Brei zerreibt und diesen in Gährung setzt, oder daß man dahin arbeitet, den Saft aus dem Zellgewebe der Rüben für sich allein zu gewinnen. Das erstere Verfahren ist unter Anwendung einfacherer Apparate ausführbar, daher besonders für kleinere Fabriken geeignet; nach dem zweiten wird der Saft nach einer der Methoden gewonnen, welche man in den Zuckerfabriken zu diesem Behufe anwendet und zwar durch Pressen, Centrifugiren, Maceration oder Diffusion. Endlich sucht man den Saft der Rüben auch noch auf die Weise zu gewinnen, daß

man die Rübenschnitte mit Schwefelsäure kocht und das Zellgewebe hierdurch so weit lockert, daß es bei der Behandlung in Centrifugen den Saft fahren läßt.

Bei der Verarbeitung von Rüben entfällt zwar die mühevolle Arbeit, welche man bei der Aufarbeitung von stärkemehlhaltigen Materialien anwenden muß, um gährungsfähigen Zucker zu gewinnen, es ergiebt sich aber bei denselben die Schwierigkeit, daß die Rübenmaischen sehr starke Neigung haben, Gährungen anheim zu fallen, welche nicht erwünscht sind. Man sucht das Eintreten dieser Nebengährungen, unter welchen die Buttersäuregährung die gefährlichste ist (da Buttersäure schon in sehr geringen Mengen die Thätigkeit des Alkoholfermentes lähmt), durch Ansäuern des Rübenbreies oder -Saftes mit Schwefelsäure und durch möglichst schnelle Aufarbeitung des Materials zu bekämpfen und kann bei genügender Aufmerksamkeit jede Nebengährung entweder von vornherein unmöglich machen oder doch im Beginne unterdrücken. Daß aber gerade in dieser Beziehung vielfach gegen die richtige Praxis gefehlt wird, läßt sich aus der Beschaffenheit des aus Rüben gewonnenen Rohspiritus erkennen; derselbe riecht häufig in sehr unangenehmer Weise nach Buttersäure und selbst der rectificirte Spiritus läßt diesen Geruch noch erkennen, dessen Vorhandensein offenbar nur dann möglich ist, wenn in der gährenden Flüssigkeit auch Buttersäuregährung stattfand.

Die Zusammensetzung der Rübensäfte, welche außerordentlich geeignet sind, Fermente zu ernähren, bringt es mit sich, daß man bei mangelnder Aufmerksamkeit das Eintreten sehr vieler Gährungsformen zu gewärtigen hat — es tritt neben den schon genannten Gährungen noch Milchsäure-, Mannit-, Salpetergährung, selbst Essiggährung in den Rübenmaischen auf und giebt es, um diesen Gährungen wirksam entgegen zu treten, nur den Ausweg der Ansäuerung der Maischen, möglichst schnelle Aufarbeitung des Materiales und die Einhaltung der größten Reinlichkeit in der Fabrik.

Das einfachste Verfahren der Verarbeitung von Rüben ist jenes, bei welchem die rohen Rüben, nachdem sie in einer Waschmaschine gereinigt wurden, auf einer Reibvorrichtung, wie man sie in den Zuckerfabriken anwendet, zu Brei gerieben werden. Der sich beim Zerreiben der Rüben ergebende Brei wäre für sich allein zu zähflüssig, um genügend vergähren zu können, man fügt ihm daher so viel Wasser zu, daß ein Centner Rübenbrei 80—100 l Raum einnimmt. Da der Rübenbrei sehr leicht zähe wird (in Schleimgährung übergeht), so setzt man ihm, um dies zu verhindern, 1—2 pCt. Schwefelsäure zu, welche Menge ausreicht, um die Salze der organischen Säuren, welche sich in der Rübe vorfinden, zu zerlegen, so daß man in der schließlich hinterbleibenden Schlämpe zwar schwefelsaure Salze und freie organische Säuren, aber keine freie Schwefelsäure vorfindet.

Die mit Bierhefe gestellte Flüssigkeit gährt sehr leicht und bildet sich in Folge des großen Gehaltes derselben an festen Bestandtheilen auf der Oberfläche eine bis zu bedeutender Höhe emporsteigende Decke, der Steigraum muß daher ein großer sein. In Folge der unumgänglich nothwendigen Verdünnung des Breies erhält man von 1 Liter Gährraum nur etwa 2,25 Literpercent Alkohol. Bei der Vergährung von Rübenmaischen kann man sich immer der Bierhefe als

Gährungserreger bedienen, 4 bis 8 Liter frische Bierhefe auf 1000 Liter Maische sind hinreichend, um die Gährung zu Ende zu führen; da die Rübenmaischen genügende Mengen aller Stoffe enthalten, welche zur Ernährung der Hefe nothwendig sind, so sind alle Zusätze, welche etwa in dieser Richtung gemacht werden, vollkommen überflüssig.

Beim Dämpfen von Rüben, welches in ähnlicher Weise vorgenommen wurde, wie das Dämpfen der Kartoffeln nach altem Verfahren, quellen die in den Rüben enthaltenen Pectinkörper stark an und gerinnen gewisse Bestandtheile. Der durch Zerquetschen der Rüben zwischen Walzen, welche mit stumpfen Zähnen besetzt sind, gewonnene Brei ist so dickflüssig, daß man ihn ebenfalls mit Wasser verdünnen muß (auf 100 kg Rüben 50 Liter Wasser). Die gährende Maische steigt so stark, daß sie $^1/_3$ Steigraum beansprucht, die Alkoholausbeute, auf den Gährraum bezogen, beträgt nach verschiedenen Angaben zwischen 2,7 und (im Großbetriebe) 4,5 pCt. Auf das Gewicht der Rüben allein bezogen, beträgt die Ausbeute aus 100 kg Rüben 494 Literpercent.

Wenn man den durch Reiben erhaltenen und mit 20 pCt. Wasser verdünnten Rübenbrei abpreßt oder in einem Centrifugirapparate ausschleudert, so erhält man den Saft frei von der Zellsubstanz und ist es dann möglich, denselben in Gefäßen gähren zu lassen, welche wegen des geringeren Steigens der gährenden Flüssigkeit höher gefüllt werden können, als wenn man mit dem Rübenbrei arbeitet. Der auf die eine oder andere Art gewonnene Saft wird mit 1 bis 1,5 pCt. Schwefelsäure versetzt (nicht angesäuerter Saft gährt schlecht) und bei 30 bis 32° C. entweder mit Hefe oder stark gährendem Rübensaft gestellt.

Verarbeitung der Rüben nach dem Macerationsverfahren.

Das Macerationsverfahren, welches man in den Zuckerfabriken zur Gewinnung von Zucker aus den zu kleinen Stücken (Schnitzel) zerschnittenen Rüben verwendet, wurde auch zum Zwecke der Alkoholgewinnung angewendet und diesem entsprechend modificirt. Das Verfahren gründet sich darauf, daß Rübenschnitzel, in Wasser oder eine andere Flüssigkeit (Schlämpe) getaucht, an diese Zucker abgeben und es durch wiederholtes Eintauchen frischer Rübenschnitzel in Flüssigkeiten, welche schon mit Schnitzeln in Berührung waren, möglich ist, endlich Zuckerlösungen zu erhalten, deren Concentration nahezu ebenso groß ist wie jene des Saftes der in Arbeit genommenen Rüben, und kann man durch systematisches Auslaugen der Rübenschnitzel fast allen in ihnen vorhandenen Zucker gewinnen.

Je nach dem speciellen Verfahren, welches man bei der Maceration in Anwendung bringt, haben wir die Methode von Siemens, Champonnois, Robert und endlich das specielle Verfahren von Leplay zu unterscheiden. Siemens laugt die vorher in besonderer Weise behandelten Rübenschnitzel mit Wasser aus, Champonnois verwendet zu diesem Zwecke Schlämpe, Robert nimmt die Auslaugung der Rübenschnitte nicht unter Anwendung mehrerer Macerationsapparate, sondern eines einzigen Gefäßes vor. Leplay taucht die Rübenschnitzel in gährende Zuckerlösung. Der Zucker tritt durch Diffusion in

die Flüssigkeit, indeß aus dieser Alkohol in die Zellen der Rüben tritt, so daß der Alkohol schließlich durch Abdestilliren aus den Rübenschnitten gewonnen wird. Mit Ausnahme des Leplay'schen Verfahrens sind die verschiedenen hier genannten Verfahren der Maceration ausführlich in den Werken, welche von der Zuckerfabrikation handeln, beschrieben, wir können uns hier mit denselben nur so weit als sie auf die Spiritusfabrikation Bezug nehmen, befassen.

Das Macerationsverfahren von Siemens.

Nach dem Verfahren von Siemens schneidet man die Rüben mit Hülfe einer besonderen Schneidevorrichtung in schmale dünne Streifen und unterwirft die Schnitten dem sogenannten Abwelken. Letzteres wird in der Weise ausgeführt, daß die Schnitten entweder über freiem Feuer in einer flachen runden Pfanne oder besser in einem Gefäß erhitzt werden, welches durch indirecten Dampf erwärmt wird. Bei einer Temperatur von 80 bis 88° C. findet eine so starke Zusammenziehung des Zellgewebes der Rüben statt, daß die Schnitten eine gewisse Menge von Saft abgeben, und ist die Einhaltung der richtigen Temperatur beim Abwelken eine Grundbedingung für die möglichst vollständige Extraction der Rüben.

Am Beginne der Arbeit bringt man 300 kg Wasser in dem Abwelkgefäße auf etwa 90° C., fügt 50 gr Schwefelsäure zu und bringt 200 kg Rübenschnitte in der Weise in die Flüssigkeit, daß man in letztere ein Netz hängt und die Rübenschnitten schnell einträgt, worauf man die Temperatur der etwas erkalteten Flüssigkeit wieder auf 85° C. steigert. Das Abwelken der Rüben ist beendet, wenn die Schnitten schlaff und unelastisch erscheinen, und werden letztere nunmehr nach den Macerationsgefäßen geschafft, und zwar wird jedes der letzteren mit 100 kg Schnitten und 100 Liter Wasser beschickt.

Die Flüssigkeit, welche zur Behandlung der ersten Rübenpartie in dem Abwelkgefäße diente, bleibt in demselben und wird noch dreimal mit einer neuen Beschickung von je 200 kg Rübenschnitten behandelt, wobei man jedes Mal 50 gr Schwefelsäure zusetzt, indem nur bei Gegenwart dieser Säure die sonst sehr leicht eintretende Dunkelfärbung der Rübenschnitten nicht eintritt. Die auf diese Weise durch viermalige Behandlung mit Rübenschnitten schon ziemlich zuckerreiche Flüssigkeit wird zum Kochen erhitzt, wobei sie klar werden muß — sollte dies nicht der Fall sein, so ist ihr Schwefelsäure zuzusetzen; das Aufkochen und Klären soll zum Verlaufe einer guten Gährung nothwendig sein und wird schließlich die so gewonnene Zuckerlösung abgekühlt und in Gährung versetzt. Wenn die Arbeit in den Macerationsgefäßen in Gang ist, so verwendet man zur Neubeschickung des Abwelkgefäßes die zuckerreichste Flüssigkeit und behandelt in dieser blos zwei Partien von Rübenschnitten, bei schneller Arbeit bisweilen sogar nur eine.

Die systematische Auslaugung der Rübenschnitten erfolgt in sechs gleich großen Auslaugegefäßen, in denen sich Wasser befindet, und in welche man Netze aus dünnem Bindfaden hängt, die oben durch einen eingeflochtenen Ring offen gehalten und mit Rübenschnitten gefüllt sind. Das erste dieser Macerationsgefäße enthält die concentrirteste Zuckerlösung, die nächstfolgenden immer schwächere, das

letzte Wasser; das mit Rübenschnitzel gefüllte Netz wird zuerst in die stärkste Zuckerlösung, dann nach etwa 30 bis 45 Minuten in die schwächere getaucht und giebt endlich im sechsten Gefäße die letzten Zuckerreste an das Wasser ab; Rüben, deren Saft am Saccharometer 14 pCt. zeigte, ergaben nach dem Aufkochen eine Flüssigkeit von 12 bis 13 Percent Saccharometeranzeige.

Das Anstellen des in Partien gewonnenen Saftes geschieht nach erfolgter Abkühlung auf 22 bis 25° C., indem man ihn zu der gleichen Saftmenge vom Vortage fügt, welche schon in voller Gährung ist. Die Gährung pflanzt sich auf diese Weise immer fort und wurde von Siemens nur zeitweilig 15—20 Liter Hefe von untergährigem Biere mitverwendet. Die 48 bis 72 Stunden dauernde Gährung findet lebhaft aber gleichförmig statt und wird bei derselben weder starker Schaum abgeschieden, noch findet starkes Steigen der Flüssigkeit statt. Die nach drei Tagen völlig vergohrene Flüssigkeit kann ohne Nachtheil einen Tag lang sich selbst überlassen werden, ehe man sie der Destillation unterwirft, und lieferten 100 kg Rüben 573 Literpercent oder 5 Percent per Liter Gährraum.

Das Macerationsverfahren von Champonnois.

Die Rüben werden durch mechanische Vorrichtungen in Schnitten von 5 mm Breite, 3 mm Dicke und wechselnder Länge zertheilt und sofort, nachdem sie mit so viel Schwefelsäure besprengt wurden, daß die sich schließlich ergebende Zuckerlösung von 5,4° Saccharometeranzeige beiläufig 3 ‰ Schwefelsäure enthält, in die Extractionsgefäße gebracht. Diese, drei bis acht an der Zahl, sind mit doppelten Böden, deren oberer durchlöchert ist, versehen, und sind so aufgestellt daß man die aus einem Gefäße abgezogene Flüssigkeit leicht in das nächstfolgende Gefäß bringen kann, was dadurch bewerkstelligt wird, daß man an der Seitenwand zwischen den beiden Böden eine Röhre anbringt, welche über dem zweiten Gefäße mündet; die Gefäße müssen in diesem Falle terrassenförmig aufgestellt sein und findet das Verdrängen der in einem Gefäße enthaltenen Flüssigkeit durch die zunächst aufgegossene Flüssigkeitspartie statt. Selbstverständlich können die Dimensionen der Macerationsgefäße verschieden groß genommen werden und wendet man solche Gefäße an, welche bis zu 3000 kg Rübenschnitten fassen. Die Rübenschnitzel im Macerationsgefäße I werden mit 200 l kochender Schlämpe übergossen, die sich nach einer Stunde ergebende Flüssigkeit, welche sich durch den hinzukommenden Rübensaft auf etwa 250 l vermehrt, in den ebenfalls mit Rüben beschickten Macerator II gegossen und I neuerdings mit kochender Schlämpe versehen und nach einer weiteren Stunde die Rübenschnitten in I mit einer dritten Schlämpemenge durch 30 Minuten behandelt. Bei Anwendung von drei Macerationsgefäßen dauert die Arbeit in jedem Gefäß 2½ Stunden und wird mit der Anwendung von je einem Gefäße mehr um eine Stunde verlängert; man wendet in französischen Fabriken so viele Maceratoren an, daß der zuletzt abfließende Saft nur um 1° B (1,8° Saccharometeranzeige) mehr zeigt, als die Schlämpe.

Jede Rübenpartie wird auf die oben angegebene Art dreimal mit Schlämpe extra-

hirt; die letzte Schlämpepartie wird größtentheils in dem Zellgewebe der Rübenschnitten zurückgehalten. Man erhält bei regelrechtem Betriebe der Maceratoren jede Stunde 250 l Zuckerlösung und gewinnt die Rübenschnitten mit Schlämpe gesättigt, so daß die Macerations-Rückstände ein nahrhaftes Viehfutter darstellen. Die Flüssigkeit, welche aus den Maceratoren abfließt, ist während der Zeit, durch welche sie mit den Rübenschnitten in Berührung steht, gewöhnlich so weit abgekühlt, daß sie mit 18—22° C. abfließt und sofort zur Gährung angestellt werden.

Die Gährung wird nur bei Beginn der Arbeit durch Zusatz von Bier- oder Preßhefe zur Maische eingeleitet; die Hälfte der in voller Gährung befindlichen Flüssigkeit wird dann verwendet, um die nächstfolgenden Säfte in Gährung zu bringen, und wird auf diese Weise jede neue Gährung mit Saft aus einem schon früher angestellten Bottich hervorgerufen.

Man kann, wie leicht einzusehen, das Champonnois'sche Macerationsverfahren innerhalb gewisser Grenzen abändern, und kann die Arbeit je nach der Größe der Fabrikanlage in größeren oder kleineren Gefäßen und mit mehr oder weniger Maceratoren ausgeführt werden. Diese Aenderungen ändern nichts an dem Principe des ganzen Verfahrens, welches darin liegt, daß die Extraction des Zuckersaftes mit heißer Schlämpe erfolgt. Bei Anwendung dieser heißen Flüssigkeit erfolgt eine raschere Auslaugung der Rüben und ergeben sich Rückstände, deren Werth als Viehfutter ein größerer ist. Nachdem sich begreiflicher Weise der Schwefelsäuregehalt der Schlämpe fortwährend steigert, muß man zeitweilig die Arbeit in der Weise ändern, daß man an Stelle der Schlämpe heißes Wasser zur Maceration anwendet.

Das Diffusionsverfahren.

Taucht man Rübenschnitzel in Wasser, so tritt aus den Zellen Zucker in das Wasser über — erneuert man beständig das Wasser, so wird durch den Diffusionsvorgang der Zucker fast vollständig extrahirt und kann man dadurch, daß man die Lösungen mit immer neuen Rübenschnitzeln zusammenbringt, schließlich eine Zuckerlösung erhalten, deren Concentration jener der Rübensaftes gleich ist. Durch passende Anordnung der Diffuseure in Batterien läßt sich die Gewinnung des ganzen in den Rüben enthaltenen Zuckers in kurzer Zeit ausführen und erhält man auch in diesem Falle Zuckerlösungen, welche nach dem Zusatze von Schwefelsäure ganz so verarbeitet werden, wie dies mit den Säften geschieht, welche man durch Maceration gewinnt.

Eine ebenfalls auf dem Principe der Diffusion beruhende ältere Methode der Alkoholgewinnung ist jene von Leplay. Bei der Arbeit nach diesem Verfahren bringt man die mit Schwefelsäure angesäuerten Rübenschnitzel in einen Bottich und überläßt sie der Gährung; aus den Zellen tritt Zucker durch Diffusion in die Flüssigkeit und wird dort vergährt; zwischen dem Zellinhalte und der äußeren Flüssigkeit findet aber auch Diffusion in umgekehrtem Sinne statt: der Alkohol diffundirt so lange in die Zellen der Rübenschnitzel, bis dieselben eben

so viel Alkohol enthalten, als die äußere Flüssigkeit enthält; man bringt diese alkoholhaltigen Rübenschnitzel in einen Destillirapparat und destillirt den Alkohol ab, in die gährende Flüssigkeit werden wieder Rübenschnitzel gebracht u. s. w.

Die Rübenschnitzel von 2—3 cm Breite und 3—6 mm Dicke werden in eine Kufe gebracht, in welcher fortwährend gährender Rübensaft vorhanden ist; es haben diese Gefäße beiläufig 50 hl Rauminhalt und beschickt man sie mit 3000 l Saft und 1500 kg Rübenschnitzel; per 1000 kg Rübenschnitzel werden $2^1/_4$ kg Schwefelsäure zugefügt. Die Temperatur der gährenden Flüssigkeit muß durch Dampf zwischen 25 und 28° erhalten werden, indem bei jedesmaligem Eintragen der kalten Rübenschnitzel eine Abkühlung stattfindet und die Gährung hierdurch unregelmäßig verlaufen würde. Um das Emporheben der Rübenschnitzel über die Oberfläche der Flüssigkeit und die sonst unvermeidliche Essigbildung zu verhindern, hält man die Rübenschnitzel durch einen durchlöcherten Deckel unter der Flüssigkeit.

Die Gährung wird Anfangs dadurch eingeleitet, daß man Rübenschnitzel mit warmem Wasser extrahirt und die so erhaltene Zuckerlösung durch Preßhefe in Gährung versetzt; wenn die Gährung einmal in vollem Gange ist, so beläßt man jedes Rübenquantum durch 12 bis 20 Stunden in der Flüssigkeit, hebt es dann aus und bringt es nebst einem Theile der Flüssigkeit in den Destillirapparat. Die Flüssigkeit in dem Gährgefäße nimmt nämlich fortwährend zu, indem der aus den verletzten Zellen austretende Saft sich der Flüssigkeit beimischt.

Da man bestrebt sein muß, den aus den Zellen der Rübenschnitzel beim Erhitzen in den Destillirapparaten entweichenden Alkoholdämpfen freien Abzug zu verschaffen, giebt man dem Destillirapparate die Form eines Cylinders, in welchem in gewissen Zwischenräumen Siebböden angebracht sind, auf denen die Rübenschnitzel liegen. Nachdem es nothwendig ist, die Rübenschnitzel durch längere Zeit zu erhitzen und es selbst dann nicht gelingt, allen Alkohol aus ihnen zu gewinnen, so ist gerade die Destillation jener Theil der ganzen Arbeit, welcher die größten Schwierigkeiten in der Ausführung verursacht.

Der Spiritus, welchen man aus den Rüben nach einem der vorbeschriebenen Verfahren gewinnt, zeigt immer einen specifischen Geruch, welcher durch gewisse Fuselöle hervorgerufen wird und dem Rohspiritus sehr stark anhaftet. Durch die Verarbeitung des Rohspiritus zu dem höchstpercentigen Alkohol, welchen man überhaupt auf den Rectificirapparaten darstellen kann, erzielt man einen Spiritus von wenig fremdartigem Geruche, welch' letzterer aber häufig doch noch stark genug ist, um an ihm die Abstammung des betreffenden Spiritus zu erkennen, es ist nämlich dem Geruch nach Buttersäure und Buttersäure-Aether.

Man hat die Gegenwart des letztgenannten Körpers in Rüben- (und Melassen-)Spiritus sogar auf besondere Art zu verwerthen gesucht und zwar zur Fabrikation von Rum, indem der echte Rum seinen eigenthümlichen Geruch, zum Theile wenigstens, einem Gehalte an Buttersäure-Aether verdankt und der

unter Anwendung von Rüben- oder Melassenspiritus dargestellte künstliche Rum in Bezug auf den Geruch mit echtem Rum große Aehnlichkeit zeigt.

Die Verarbeitung von Melassen.

So lange nicht das Verfahren der Gewinnung von krystallisirbarem Zucker aus Melassen allgemein in der Praxis angewendet wird, ist der rationellste Weg der Ausnutzung der in der Melassen enthaltenen Zuckermenge, welche zwischen 45 und 50 pCt. Zucker beträgt, der, diesen Zucker vergähren zu lassen, und den Alkohol durch Destillation zu gewinnen. Scheinbar ist die Gewinnung von Spiritus aus Melassen ungemein einfach; es genügt den Forderungen der Theorie nach, die Melassen so weit mit Wasser zu verdünnen, daß sie das Alkoholferment kräftig zu ernähren vermögen und aller Zucker vergährt wird, und die bis auf den genügenden Grad erwärmte Flüssigkeit in Gährung zu versetzen.

Die Melassen sind aber keineswegs blos Lösungen von Zucker nebst solchen Körpern, welche der Ernährung des Alkoholfermentes günstig sind, sondern stellen sich vielmehr die Verhältnisse in letzterer Beziehung als nachtheilige heraus. Die Melassen enthalten nämlich große Mengen von salpetersauren Salzen, welche an und für sich schlechte Nahrungsmittel des Alkoholfermentes sind; sie enthalten aber auch in Folge der Anwendung von Kalk während der sogenannten Saturation der Rübensäfte kohlensaure Alkalien und reagiren in Folge dessen alkalisch.

In Flüssigkeiten von alkalischer Beschaffenheit kann aber keine alkoholische Gährung stattfinden, indem das Alkoholferment nur in schwach saueren Flüssigkeiten gedeihen kann; man muß daher unbedingt in der genügend verdünnten Melasse die Alkalicität durch Zusatz von Säuren abstumpfen und die Flüssigkeit überdies schwach ansäuern, was freilich den Uebelstand für sich hat, daß man das in der Melasse enthaltene Kali nicht in Form von werthvoller Potasche, sondern in Gestalt des wenig Werth besitzenden Kaliumsulfates (wenn man Schwefelsäure verwendete) gewinnt.

Wenn man zur Neutralisirung der kohlensauren Alkalien in der Melasse und gleichzeitig zur Verdünnung der letzteren billig genug eine organische Säure zu Gebote hat, so könnte man die nach dem Abdestilliren des Alkoholes hinterbleibende Flüssigkeit noch auf Potasche verarbeiten; bis nun kennt man aber kein Verfahren, um solche organische Säuren billig genug zu beschaffen und benutzt zur Neutralisation der Melassen durchgehends Schwefelsäure oder Salzsäure. Es entstehen dann entweder Sulfate oder Chloride der Alkalien, die früher an die Alkalien gebundenen organischen Säuren werden in Freiheit gesetzt und bedingen die saure Reaction der Flüssigkeit.

Die Gegenwart der großen Menge von nicht gährungsfähigen Stoffen in der Melasse, Salze und organische Verbindungen macht in der Praxis manche Schwierigkeiten, namentlich sind es aber gewisse Säuren, welche dem Leben des Alkoholfermentes feindlich sind und die Erscheinung der schlechten Vergährung an manchen Melassen bedingen. Seitdem man die Ursache der schlechten Vergährung kennt, ist auch das Mittel gefunden, die schädlich wirkenden Säuren

durch Neutralisirung unschädlich zu machen, indem sie nur in freiem Zustande, aber nicht in Form von Salzen nachtheiligen Einfluß auf die Entwickelung des Alkoholfermentes üben.

Dem eben Gesagten zu Folge hat man bei der Verarbeitung von Melassen dieselben in entsprechender Weise zu verdünnen, mit Säuren zu neutralisiren und den Ueberschuß der in Freiheit gesetzten organischen Säuren durch ein Alkali (Schlemmkreide) wieder abzustumpfen und durch Erwärmen der Melasse und Stellen mit Hefe die Gährung einzuleiten.

Die Verdünnung der Melasse mit Wasser erfolgt in der Praxis viel weiter, als es nothwendig wäre, um den Zucker vollständig zu vergähren und zwar aus dem Grunde, um den Verlauf der Gährung nicht durch die großen Mengen von Salzen, welche in stark concentrirten Melassen vorhanden sind, zu stören; man setzt den Melassen so viel Wasser zu, daß sie zwischen 12 und 13 Grade Beaumé (entsprechend 21,6 bis 23,4 Saccharometeranzeige haben) und erzielt dann Zuckerlösungen von 14 bis 16 pCt., das Mehr der Saccharometerangabe ist auf Rechnung der Salze und nicht-gährungsfähigen Körper zu setzen, welche in der Flüssigkeit neben Zucker vorhanden sind. Anstatt mit Wasser verdünnt man auch in manchen Fabriken mit Schlämpe. Schlämpe, welche immer Milch- und Essigsäure enthält, läßt sich in manchen Fällen wirklich zu diesem Zwecke anwenden, in manchen aber nicht. — Die Schlämpe enthält nämlich ebenfalls viele Salze; wollte man sich zur Verdünnung und Neutralisirung salzreicher Melassen auch noch der salzreichen Schlämpe bedienen, so würde die Anhäufung von Salzen den Uebelstand nach sich ziehen, daß die Vergährung der Melassen hierdurch schlecht verlaufen würde.

Die Melassen zeigen am Saccharometer 72 bis 76 Grade, wovon etwa ein Drittel auf die Salze und fremden organischen Substanzen zu rechnen ist; um daher die Melasse von einem wirklichen Zuckergehalt von 40 bis 45 pCt. auf jenen herabzubringen, welcher zur Vergährung nothwendig ist, muß man auf je 100 kg Melasse 300 bis 350 Liter Wasser zusetzen, und muß wieder in Berücksichtigung der Gegenwart nicht vergährbarer Stoffe die Gährung als vollkommen beendet ansehen, wenn die Saccharometeranzeige der Flüssigkeit auf ein Drittel der ursprünglichen Höhe herabgesunken ist.

Das Verdünnen der Melasse mit Wasser und gleichzeitige Erwärmen auf Gährungstemperatur wird jetzt allgemein unter Anwendung eines Dampfstrahlgebläses (Körting'scher Exhaustor) ausgeführt und zeigt Fig. 88 die Einrichtung des in diesem Falle angewendeten Exhaustors. Der Exhaustor besteht aus einem nach unten kegelförmig erweiterten Rohre D, welches unter dem falschen mit vielen Löchern versehenen Boden in den Bottich mündet, dem Rohre B, durch welches Dampf und dem Ansatzstücke C, durch welches Luft einströmt. Der Dampf wirkt in der bekannten Weise: er reißt einen kräftigen Luftstrom nach sich und strömen Dampf und Luft durch die zahlreichen Oeffnungen des falschen Bodens aus.

Nachdem die Melasse mit dem Wasser vollkommen vermischt ist, wird sofort zur Neutralisirung der Flüssigkeit geschritten und hängt die Menge von Säure,

Fig. 88.

welche zugefügt werden muß, offenbar von dem Gehalte der Flüssigkeit an kohlensauren Alkalien ab, so daß es als gedankenlos bezeichnet werden muß, wenn ein Fabrikant für jede Melasse die gleiche Menge von Säure anwendet: dieselbe kann in dem einen Falle zu groß, im andern aber zu gering sein. Es erscheint daher gewiß nicht als übertriebene Vorsicht, wenn wir empfehlen, den zur Neutralisation und ganz schwachen Ansäuerung erforderlichen Säurezusatz durch einen mit einer geringen Menge der verdünnten Melasse vorzunehmenden Versuch festzustellen und könnte man dann leicht in der Weise arbeiten, daß man soviel Schwefelsäure oder Salzsäure verwendet, um die Flüssigkeit eben neutral zu machen und die für die Alkoholhefe erforderliche sauere Beschaffenheit dadurch herstellt, daß man Schlämpe zufügt.

Durch die in der Schlämpe vorhandene Milch- und Essigsäure wird die Flüssigkeit genügend angesäuert, um dann in normale Alkoholgährung versetzt werden zu können; enthält die Melasse aber Ameisensäure oder Buttersäure, so setzt man soviel Schwefelsäure oder Salzsäure zu, daß deutlich sauere Reaction eintritt, neutralisirt dann die frei gewordene Ameisen- oder Buttersäure durch Schlämmkreide und säuert durch Schlämpezusatz wieder ganz schwach an. Durch den Zusatz von Schlämmkreide entsteht nämlich ameisensaurer und buttersaurer Kalk, welche Salze keinen nachtheiligen Einfluß auf die Vergährung nehmen und findet durch die nachfolgende Zugabe der Milch- und Essigsäure haltenden Schlämpe keine Zerlegung dieser Salze statt und ist dies auch bei Anwendung eines sehr geringen Ueberschusses von Mineralsäuren nicht der Fall.

Wenn man daher neuangekommene Melasse in der Spiritusfabrik in Arbeit zu nehmen hat, muß dieselbe nothwendiger Weise einer Vorprobe in Bezug auf ihr Verhalten bei der Gährung unterzogen werden; zeigt es sich in diesem Falle, daß die Gährung träge verläuft, so ist dies ein Beweis dafür, daß die Melasse Körper enthält, welche dem Alkoholfermente nachtheilig sind (Ameisen- oder Buttersäure) und dieselben durch Neutralisation mit Kalk unschädlich gemacht werden müssen. —

Das Mischen der Melasse mit Wasser unter Anwendung des Dampfstrahl-Exhaustors bedingt eine Temperaturerhöhung der Flüssigkeit auf mehr als 50° C. und muß man deshalb die zur Gährung anzustellende Flüssigkeit durch künstliche Abkühlung auf die Anstelltemperatur, 20—23° C. herabbringen. Das Aufkochen der Melassen zum Zwecke der Ueberführung des Rohrzuckers in gährungsfähigen Zucker ist eine vollkommen überflüssige Arbeit, denn diese Inversion vollzieht sich durch das von der Hefe ausgeschiedene Ferment Invertin mit so großer Leichtigkeit, daß man jede Rohrzuckerlösung, ohne sie besonders zu erhitzen, vollständig vergähren kann. Wenn man daher die Melassen aufkocht, verschwendet man im wahren Sinne des Wortes sowohl Geld als Zeit.

Das Anstellen der Melassenmaischen muß immer unter Anwendung einer Kunsthefe geschehen und ist eine Darrmalzhefe zu diesem Zwecke am geeignetsten. Die Melasse ist nämlich kein Körper, in welchem die zur Ernährung der Hefe erforderlichen Körper in zweckdienlicher Form enthalten sind und müssen letztere

daher durch Zusatz einer passenden Kunsthefe in die Flüssigkeit gebracht werden. Wir haben oben gesehen, daß in einer Melasse, welche so weit verdünnt ist, als dies zur Gährung nothwendig erscheint, immer eine relativ geringe Menge von gährungsfähigem Materiale enthalten ist und dem zu Folge der Gährraum nur wenig ausgenützt wird. Um in dieser Beziehung die Verhältnisse nicht noch ungünstiger zu gestalten, darf man sich keiner wasserreichen Hefe (z. B. einer Grünmalzhefe) bedienen, sondern muß eine Darrmalzhefe anwenden, welche so concentrirt als möglich zu nehmen ist.

Das Verhältniß zwischen Malz und Melasse muß ein solches sein, daß man zur Bereitung der Hefe mindestens 6 pCt. Darrmalz vom Gewichte der Melasse berechnet, anwendet.

Die Temperatur, bei welcher die Melassen zur Gährung angestellt werden, muß immer um so höher genommen werden, je schwieriger die Melasse vergährt, und ist es auch in diesem Falle angezeigt, sich durch Proben, welche im kleinen Maßstabe angestellt werden, Kenntniß über das betreffende Verhalten des gegebenen Materiales zu verschaffen. Die Gährung der Melassemaischen tritt sehr bald nach dem Stellen an: die festen Bestandtheile der Kunsthefe sammeln sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit und entweicht die sich aus der Flüssigkeit entwickelnde Kohlensäure in kleinen Blasen durch die lockere Decke, ohne daß wegen der dünnflüssigen Beschaffenheit der Maische ein erhebliches Steigen stattfindet.

Die Gährung von Melassemaischen verläuft sehr stätig, indem sie nur in Folge der Temperatursteigerung etwas lebhafter wird und sich dann in dem leicht vergährbaren Materiale gleichförmig bis zu Ende fortsetzt, ohne daß die beiden Stadien der Haupt- und Nachgährung scharf von einander geschieden wären. — Auch in diesem Falle ist der Verlauf der Gährung mittelst des Thermometers und Saccharometers zu verfolgen; ein Sinken der Temperatur, so lange noch die Saccharometeranzeige der Maische eine hohe ist, das Verschwinden der Decke von der Oberfläche, welch' erstere in Folge der verminderten Kohlensäure-Entwickelung zu Boden sinkt, sind Anzeichen für eine Störung des Gährungsvorganges; sobald man dieselben wahrnimmt, muß man die Gährung durch Zusatz von Bier- oder Preßhefe wieder in raschen Gang bringen, indem sonst der Gährungsvorgang nicht innerhalb der ihm zugemessenen Frist vollständig verläuft. Die Gährung wird aber als beendet angesehen, wenn die Saccharometeranzeige auf ein Drittel der ursprünglichen Angabe herabgesunken ist und liefern die Melassen eine Spiritusausbeute von 8½—9½ pCt. auf den Maischraum bezogen; 100 kg Melasse geben zwischen 2600—3000 Literpercente Alkohol.

Die Verarbeitung von Rohrzuckermelasse.

Bei der Gewinnung des Zuckers aus dem Zuckerrohre ergeben sich Melassen, welche in den Tropenländern zwar nicht auf Spiritus von hohem Percentgehalte, wohl aber auf Branntwein (Rum) verarbeitet werden, welcher durch seinen Gehalt an gewissen Fuselölen bedeutenden Werth erhält. Man hat versucht, aus der Melasse, welche man in den europäischen Rohrzucker-Raffinerien erhält, Rum

darzustellen, jedoch ohne Erfolg und schreibt dies dem Umstande zu, daß sich nur in den frischen Melassen jene Körper vorfinden, aus welche sich die Riechstoffe des Rums bilden. — Diese Erklärungsweise schließt nichts nnwahrscheinliches in sich — möglicher Weise nehmen auch die sehr hohen Temperaturen, bei welchen die Melasse in den Tropenländern gähren, auf die Entstehung gewisser Riechstoffe Einfluß.

Die Melassen werden mit Zuckerrohrsaft und dem sich auf den Zuckerlösungen während des Eindampfens abscheidenden Schaum gemischt und der freiwillig eintretenden Gährung durch 3—4 Tage überlassen oder mit gährendem Saft angestellt. Die vergohrene Flüssigkeit wird in einfachen Apparaten destillirt und das Destillat durch Rectificiren bis auf etwa 70 Volumpercente gebracht.

Als das eigentliche Fuselöl des Rums muß Buttersäureäther bezeichnet werden, doch bildet dieser gleichsam nur die Basis des Rumbouquets und verbessert sich das Letztere bekanntlich beim Lagern des Productes durch sehr langsame Oxydation in hohem Maße, ähnlich wie sich das Bouquet des Weines beim Lagern verfeinert. Der frisch destillirte Rum ist farblos, die gelblich-braune Färbung älterer Waare entsteht durch Extraction von Stoffen, welche in dem Holze der Lagerfässer enthalten sind.

Der Arrac ist ein Branntwein, welcher namentlich in Südasien (Java) aus gekeimtem Reis, dem gegohrenen Saft der Cocospalme (Palmwein oder Toddy) und Rohrzucker-Melasse in ähnlicher Weise, wie Rum dargestellt wird und außerdem noch vor der Gährung narkotisch wirkende Zusätze, wie den Saft von Cannabis sativa und einer Datura-Art (?) erhalten soll.

Die Verarbeitung von Zucker-Sorgho.

Die unter diesem Namen bekannte Pflanze, welche im reifen Zustande 10 bis 15 Percent Zucker enthält, ist höchstens für Süddeutschland ein für die Spiritusfabrikation werthvolles Material, in den nördlicheren Gegenden Deutschlands erreicht sie kaum die Reife; in den um das Mittelmeer gelegenen Ländern dürfte sie jedoch als Material der Spiritusfebrikation wesentliche Bedeutung erlangen. Es giebt eine größere Zahl von Sorgho-Arten, von welchen sich aber für unsere Zwecke ganz besonders eine eignet und zwar der nordchinesische Zucker-Sorgho Holcus Saccharatus und besonders jene Varietät, welche als früher Minnesota-Sorgho bezeichnet wird. Der Zucker-Sorgho ist eine Grasart, welche Halme von 3 m und mehr Länge treibt, und ähnlich wie dies beim Zuckerrohre der Fall ist, einen sehr süßen Saft enthält, welcher fast nur aus Wasser und Zucker besteht und in dem auffallend kleine Mengen anderer organischer Substanzen, Pflanzeneiweiß u. s. w. gelöst sind. Ein großer Theil des Zuckers ist nicht krystallisirbar, daher der Sorgho wohl weniger ein Material für die Fabrikation von Zucker als von Spiritus abgeben dürfte. Nebenbei sei bemerkt, daß der einfach vergohrene Saft des Sorgho ein angenehmes weinartiges Getränk bildet. Die Blätter des Zucker-Sorgho, welcher in seinem Habitus an Mais und Schilfrohr erinnert, werden vom Vieh gerne gefressen und kommen im Nährwerthe den Maisblättern gleich, die Samen

als gutes Hühnerfutter verwendbar, haben beiläufig denselben Nährwerth wie Buchweizen.

Der Zucker-Sorgho gedeiht überall wo Mais gut gedeiht und wird auch in derselben Weise wie diese, angepflanzt; die Aussaat erfolgt Ende April oder Anfangs Mai in nicht zu trockenem Boden und erreicht der Sorgho dann zwischen der zweiten Hälfte September und Anfangs October jenen Grad von Entwickelung, in welchem er geerntet werden soll; die Samen müssen in diesem Zeitpunkte noch so weich sein, daß sie im Innern eine teigige Masse bilden, welche sich leicht zwischen den Fingern zerdrücken läßt. Die Ernte erfolgt, indem man die Halme zwischen den untersten und nächstfolgenden Knoten abschneidet und werden die Halme dadurch entblättert, daß man sie zwischen den Zähnen eines Kammes durchzieht, welcher aus Eisenzinken von 15–20 cm Länge gebildet wird, die in 3 cm Abstand auf einer starken Bohle befestigt sind. Die Saftgewinnung findet wohl am zweckmäßigsten zwischen grob gerifften Walzen statt und liefern die Halme hierbei zwischen 60 und 70 pCt. ihren Gewichtes an Saft, welcher leicht in Gährung versetzt werden kann; die ausgepreßten Stengel können als Brennmaterial oder Dünger verwendet werden. Die Gährung tritt in dem ausgepreßten Safte von selbst ein, wird aber zweckmäßig durch directen Zusatz von Hefe eingeleitet, später wird der gährende Saft selbst als Ferment verwendet. Der aus dem vergohrenen Safte gewonnene Spiritus zeigt einen eigenthümlichen Geruch, welcher aber bei der Rectification vollständig verschwindet. Das Aufkochen des Saftes vor dem Anstellen desselben zur Gährung, wodurch angeblich der aus dem Safte zu gewinnende Spiritus von dem specifischen Geruche frei bleiben soll, erscheint schon aus dem Grunde nicht angezeigt zu sein, weil hierbei der größte Theil der in dem Safte gelösten Eiweißkörper unlöslich wird und in Folge dessen die Flüssigkeit weniger geeignet ist, die Gährungspilze kräftig zu ernähren.

Es sei hier überhaupt bemerkt, daß der Sorghosaft verhältnißmäßig arm an mineralischen Bestandtheilen und Eiweißkörpern ist; dieser Umstand ist wie leicht einzusehen, zwar nicht für die Vergährung der Säfte günstig, wohl aber für die Landwirthschaft: indem man in dem Safte des Sorgho dem Boden nur eine sehr kleine Menge von Stoffen entzieht und der Rest der Pflanze wieder auf das Feld zurück gebracht werden kann, so wird sich der Anbau des Sorgho auch dort gut ausführen lassen, wo man nicht in der Lage ist, oft und reichlich zu düngen.

Unter allen Arten von Zucker-Sorgho hat sich der frühe Minnesota-Sorgho in Frankreich am besten bewährt, indem er das reichste Safterträgniß von großem Zuckergehalt lieferte. Es sei noch erwähnt, daß dort, wo man Zucker-Sorgho auch in Samen gehen lassen will, durchaus kein Besen-Sorgho gebaut werden darf, indem sich die beiden Arten gegenseitig sehr leicht befruchten und dann Kreuzungen entstehen, welche an Stelle des zuckerreichen Saftes nur ein trockenes nicht süßes Mark enthalten und daher für die Industrie ganz werthlos sind.

Die jungen Stengel der Maispflanze enthalten ebenfalls Zucker, und zwar ist der Zuckergehalt zur Zeit der Blüthe am größten und beträgt 5–10 pCt.

Es ist zwar möglich, aus dem grünen Maise Spiritus zu fabriciren, allein die geringe Ausbeute an Alkohol, welche man mit Bezug auf den Maischraum erhält, dürfte die Verarbeitung des jungen Maises überall, wo die Spiritusfabrikation nach dem Maischraume besteuert wird, unmöglich machen. — Die Verarbeitung der Maishalme findet in ganz ähnlicher Weise statt, wie jene des Zuckersorgho.

Nach Aubert bildet die Riesenmöhre wegen des reichen Erträgnisses, welches eine mit dieser Pflanze bebaute Bodenfläche im Vergleiche mit den gewöhnlichen Zuckerrüben liefert, eine sehr günstiges Material für die Fabrikation von Spiritus; er erzielte eine Spiritusausbeute, welche aus 100 Pfund Möhren 6,79 l von 80 Volumpercent betrug. Vergleiche Seite 30.

Von zuckerhaltigen Materialien, welche unter gewissen Verhältnissen das Materiale zur Fabrikation von Spiritus im Großen abgeben können, wären hier noch die Feigen und die Früchte des Feigencactus (Cactus Opuntia) zu nennen. Die Feigen liefern nach Robinet sehr viel Spiritus, 18 kg ergaben 1 l Alkohol von 85,25 Percent, die Früchte des Feigencactus, welche in Nordafrika auf Spiritus verarbeitet werden, ergeben aus 100 kg 18—19 kg Spiritus von 85,25 Percent.

Die Verarbeitung von Topinambur.

Die Topinambur-Knollen enthalten nach den Analysen (vergleiche Seite 29) Zucker und Inulin, und Substanzen, welche durch Inversion mit Schwefelsäure in Zucker übergeführt werden können, und beträgt der Gehalt derselben an vergährbarer Substanz zwischen 14 und 16 Percent. Man kann die Knollen entweder in rohem Zustande verarbeiten, indem man sie zerreibt, den Saft auspreßt und diesen in Gährung versetzt, oder indem man sie vorher dem Dämpfen unterzieht. Nachdem man bei der Verarbeitung auf kaltem Wege den im Durchschnitt mehr als 1 pCt. betragenden Gehalt an Inulin nicht auf Spiritus ausnutzen kann, das Inulin aber durch kochendes Wasser in Zucker umgewandelt wird, so erscheint die Verarbeitung auf warmem Wege als das rationellere Verfahren.

Die Maischen, welche aus Topinambur hergestellt werden, unterliegen leicht der Schleimgährung und sucht man das Eintreten der letzteren durch Zusatz von Schwefelsäure zu verhüten; die Schwefelsäure wirkt gleichzeitig invertirend auf neben Zucker und Inulin vorhandene Substanzen, und erzielt man daher unter Anwendung von Schwefelsäure höhere Ausbeuten. Während man, ohne Schwefelsäure zu benutzen, 5,14 bis 8,5 Volumpercente Alkohol erhält, steigert sich das Erträgniß bei der Arbeit mit Schwefelsäure bis über 9 Percent.

Bis nun haben die Topinambur noch keine allgemeine Anwendung zur Darstellung von Spiritus anf fabriksmäßigem Wege gefunden, dürften aber zu jenen Materialien zu rechnen sein, welche hierzu geeignet erscheinen.

Die Abfälle von der Fabrikation der Kartoffelstärke, bestehend aus Korksubstanz und Stärke, können ein zur Darstellung von Alkohol sehr geeignetes Material abgeben, wenn es einmal gelingt, dieselben in richtiger Weise zu ver-

arbeiten. Wenn man nämlich die Aufschließung derselben durch Maischen mit Malz versucht, so erhält man nur eine verhältnißmäßig sehr geringe Ausbeute an Zucker; ein großer Theil der von den Fasern umschlossene Stärke kann nicht mit der Diastase in Berührung gelangen, und bleibt daher unverändert.

Die Verarbeitung dieser Rückstände wird wohl am leichtesten unter Anwendung von Säuren und unter sehr hohem Druck gelingen und dürften die hierbei unlöslich bleibenden Theile noch ein zur Darstellung von Gegenständen, welche durch Pressen angefertigt werden, brauchbares Material abgeben.

Die Verarbeitung anderer zuckerhaltiger Materialien.

Während die vorbeschriebenen Materialien zur Gewinnung von Spiritus in größerem Maßstabe geeignet sind, läßt sich zwar auch aus allen Pflanzentheilen, welche Zucker in größeren Mengen enthalten, ebenfalls Spiritus gewinnen — es erscheint aber rationeller, gewisse Pflanzenstoffe nicht auf Spiritus, sondern blos auf Branntweine zu verarbeiten, indem letztere wegen des angenehmen Bouquets, welches ihnen eigen ist und bei längerem Lagern des Branntweines noch an Feinheit gewinnt, verhältnißmäßig höher zu verwerthen sind als der aus dem Branntweine dargestellte Spiritus.

Die Branntweinfabrikation aus Früchten.

Aus jeder zuckerhaltigen Frucht läßt sich Branntwein darstellen, welcher durch besondere Riechstoffe eigenthümlichen Geruch zeigt und bildet in manchen obstreichen Gegenden die Darstellung solcher Branntweine eine sehr wichtige Erwerbsquelle der Bevölkerung.

Als hierher gehörige Materialen sind z. B. zu nennen: Kirschen, Weichsel und Pflaumen; aus ersteren stellt man in der Schweiz den Kirsch-Branntwein (Kirschwasser) dar; Weichsel werden in Steiermark auf Branntwein verarbeitet, in Syrmien und Mähren stellt man aus Pflaumen einen Branntwein (Slibowitz) dar, dessen Bouquet sich namentlich bei alter Waare, jenem des Weinbranntweines (Cognac) sehr nähert, in Dalmatien wird aus Pfirsichen ein sehr aromatischer Branntwein, Maraschino, gewonnen.

Bei der Verarbeitung der Steinfrüchte auf Maische zerbricht man auch einen Theil der Steine, das in den Samen enthaltene Amygdalin liefert bei der Gährung Bittermandelöl und Blausäure und nehmen die Spuren dieser beiden Körper, welche in den Branntwein übergehen, Antheil an dem Bouquet des letzteren.

Die Rückstände von der Gewinnung des Apfelweins enthalten noch gewisse Mengen von Zucker; mit Wasser angerührt und der Gährung überlassen, liefern sie Maischen, welche sehr angenehm riechende Branntweine ergeben, deren Bouquet zum Theile durch die Riechstoffe bedingt wird, welche in den Schalen der Aepfel enthalten sind. — Aus den Wachholderbeeren, welche bis zu 13 pCt. Dextrose enthalten, läßt sich ein nach Wachholderöl duftender Branntwein darstellen (der sogenannte Borowitza), aus den Früchten des Vogelbeerbaumes, der Kornelkirsche,

aus den Atlasbeeren u. s. w. werden hier und dort ebenfalls geringe Mengen von Branntwein gewonnen, und wendet man zur Destillation der Maischen absichtlich nur ganz einfache gebaute Destillirapparate an, welche nicht rectificirend wirken, und rectificirt den Branntwein in denselben Apparaten nach Bedürfniß nur ein- oder zweimal, indem diese Branntweine, wie erwähnt, ihren Werth durch die in ihnen enthaltenen riechenden Körper erhalten.

Für manche Gegenden ist die Gewinnung von Branntwein aus Obst eine sehr wichtige Sache, indem sonst der Ueberfluß an Früchten kaum verwerthet werden könnte und die Branntweine, wie schon angegeben, in Folge ihres feinen Bouquets sehr hoch geschätzt werden. Wie die nachstehende Tabelle zeigt, enthalten unsere Obstsorten durchschnittlich nur geringe Mengen von Zucker und geben selbst sehr süße Kirschen nach der Gährung nur Maischen mit etwa 5 Gewichtspercent Alkohol, somit eine geringe Ausbeute an Branntwein. Es enthalten an Zucker nach

	Fresenius	Moleschott
Pflaumen	2,1	6,443
Reineclauden	3,1	—
Himbeeren	4,0	4,002
Aprikosen	—	4,203
Brombeeren	—	4,444
Erdbeeren	—	3,092
Heidelbeeren	5,8	5,780
Johannesbeeren	6,1	6,376
Pfirsiche	—	6,194
Zwetschken	6,2	6,783
Stachelbeeren	7,1	6,934
Rothbirnen	7,4	8,782
Aepfel	8,4	7,964
Sauerkirschen	8,8	—
Süßkirschen	10,8	11,723

Da bei den Obstbranntweinen das eigentliche Werthvolle die Bouquetstoffe oder Fuselöle sind, diese aber in so bedeutenden Mengen während der Gährung gebildet werden, daß sie für eine sehr große Menge von Alkohol ausreichen, so kann man durch einen einfachen Kunstgriff die Menge des aus einem bestimmten Obstquantum zu gewinnenden Branntweines sehr bedeutend erhöhen; man fügt nämlich der Obstmaische vor der Gährung beiläufig 5—7 pCt. vollkommen fuselfreien höchstrectificirten Alkohol zu und erhält nach vollendeter Gährung eine 10—12 percentige Maische, welche nach der Destillation sehr feine Branntweine liefert. An Stelle des hochpercentigen Alkohols kann man sich auch des Zuckers bedienen und zwar des gewöhnlichen weißen Zuckermehles; man verwendet auf 100 Theile Maische 10—12 Theile Zucker.

Bei manchen Obstarten bildet die Gegenwart einer sehr großen Menge organischer Säuren ein Hinderniß für den vollständigen Verlauf der Gährung; die Maischen

lassen sich nur schwierig in Gährung versetzen, werden leicht zähe und vergähren nur langsam und in unvollkommener Weise. Bei der Darstellung von Obstweinen aus Stachelbeeren, Erdbeeren u. s. w. muß man dies berücksichtigen: man verdünnt in diesem Falle die Maischen mit dem ein- bis zweifachen Wasserquantum, fügt ihnen entsprechend Zucker zu und läßt sie vergähren. Wenn die Obstmaischen blos zur Darstellung von Branntwein bestimmt sind, kann man die Entsäuerung einfacher in der Weise bewirken, daß man den Ueberschuß der Säure durch Zusatz von Kalkmilch abstumpft; die Salze der organischen Säuren wirken der Gährung weit weniger hemmend entgegen.

Das Bouquet der Fruchtbranntweine wird in vielen Fällen nicht blos durch die während der Gährung entstehenden Fuselöle bedingt, sondern es haben an demselben auch gewisse flüchtige Stoffe Antheil, welche schon in den betreffenden Früchten enthalten sind; manche Aepfel- und Birnensorten enthalten z. B. in ihren Schalen sehr angenehm riechende Körper, welche während der Gährung in die alkoholhaltige Flüssigkeit übergehen und auf das Bouquet des aus denselben darzustellenden Branntweines günstigen Einfluß nehmen. Es ist daher bei diesen Früchten immer zu empfehlen, die Gährung in der Weise vor sich gehen zu lassen, daß man die zerquetschten Früchte gähren läßt; beim Fortschreiten der Gährung wird die Maische sehr dünnflüssig, und kann dann leicht in mit Dampf betriebenen Apparaten abdestillirt werden.

Bei manchen Früchten verschwindet jedoch der ihnen eigenthümliche Duft während der Gährung vollständig und erscheint an seiner Stelle ein neuer Geruch; dies ist z. B. in auffälliger Weise bei den Erdbeeren der Fall und muß man annehmen, daß der ursprünglich vorhandene Riechstoff während der Gährung in einen geruchlosen Körper übergeführt wurde.

Auf die Zerkleinerung der Früchte, namentlich solcher mit etwas festerem Fruchtfleische — Aepfel oder Birnen — ist große Aufmerksamkeit zu verwenden, indem sonst ein sehr großer Theil der Zellen unverletzt bleibt und für die Saftgewinnung verloren geht; man wendet daher am besten Reibvorrichtungen an, welche Aehnlichkeit mit jenen haben, deren man sich in den Zuckerfabriken zur Zerkleinerung der Rüben bedient, und trachtet die Maische sofort in Gährung zu bringen, was entweder dadurch geschehen kann, daß man sie mit Preßhefe, welche man in warmem Wasser vertheilt, versetzt oder indem man schon einen Tag vor Verarbeitung der Hauptmasse der Früchte eine kleine Parthie von Maische herstellt, in Gährung bringt und dann der großen Menge von Maische zusetzt.

Es ist auch empfohlen worden, den Obstmaischen 0,1 pCt. Schwefelsäure zuzufügen, indem dadurch das Eintreten von Essiggährung verhindert werden soll; die Schwefelsäure hat letztere Eigenschaft nun nicht, wohl aber scheint sie dem Zähewerden, welchem Obstmaischen gerne anheim fallen, entgegen zu wirken. Wenn man jedoch in der oben angedeuteten Weise arbeitet und die Maischen sofort zur Gährung anstellt, so wird die Alkoholgährung binnen kurzer Zeit so mächtig, daß Nebengährungen nicht auftreten können und ist es angezeigt, die

Maischen bei etwas höherer Temperatur, 18—20° C., zur Gährung anzustellen, indem letztere dann sehr rasch und gleichmäßig verläuft.

Die Obstmaischen stehen in dem Rufe sehr schwergährig zu sein und zur vollständigen Vergährung mindestens 14 bis 16 Tage zu beanspruchen; dies ist aber nicht der Fall und hat die langsame und schlechte Vergährung der Obstmaischen ihren Grund wohl zunächst darin, daß die Gährung durch Personen geleitet wird, welche als Landwirthe keine genaueren Kenntnisse von den Gährungserscheinungen besitzen: die an sich schon nicht geräumigen Gährgefäße werden in Localitäten aufgestellt, welche sehr ungleichmäßig erwärmt werden — welche nachtheilige Einwirkung dies auf den regelrechten Verlauf einer Gährung hat, ist allgemein bekannt. Wenn man die Vorsicht gebraucht, die Maischen in möglichst großen Gefäßen anzustellen, die Temperatur des Gährraumes auf gleicher Höhe zu erhalten und die Maische in der oben angegebenen Weise stellt, so verläuft die Gährung regelmäßig in 4—5 Tagen.

Bei dicken Maischen, z. B. Aepfel- und Birnenmaischen, kommt es vor, daß sich durch die Kohlensäureentwickelung ein „Hut" bildet, welcher hoch emporgehoben wird. Nachdem sich dieser Hut nicht mehr unter der luftabschließend wirkenden Decke von Kohlensäure befindet und in Folge seiner porösen Beschaffenheit der Luft eine sehr große Oberfläche darbietet, so wirkt er gewissermaßen wie ein Essigapparat und kann thatsächlich ein sehr großer Theil des in der Maische schon enthaltenen Alkoholes in dem Hute in Essig verwandelt werden. Es ist daher wichtig, die gährende Maische sehr oft umzurühren und hierdurch die Bildung des Hutes zu verhindern, oder in dem Gährbottich unmittelbar über der Maische einen mit Leinwand überspannten Reifen so zu befestigen, daß er noch von Flüssigkeit überdeckt ist; die Kohlensäure kann durch das Gewebe ungehindert entweichen, die festen Bestandtheile der Maische werden aber zurückgehalten.

Die Vergährung der Obstmaischen wird in ähnlicher Weise mit dem Saccharometer verfolgt wie die der gewöhnlichen Spiritusmaischen, nur muß man bedenken, daß die Obstmaischen wegen ihres Gehaltes an vielen nicht vergährbaren Stoffen nicht unter eine gewisse Saccharometeranzeige herab kommen können; es zeigt z. B. frischer Kirschensaft am Saccharometer 12—16 pCt., nach vollendeter Gährung 1—3 pCt.; Pflaumensaft zeigt frisch 16—19 pCt., vergohren 5 pCt.; Vogelbeerensaft frisch 8—10 pCt., vergohren 3—4 pCt.

Die beim Pressen der Trauben nach Abfluß des Mostes hinterbleibenden Rückstände, Trester, werden wohl in zweckmäßigster Weise zur Gewinnung von Nachwein verwendet, finden aber, falls man keinen Nachwein darzustellen wünscht, am zweckmäßigsten in der Weise Verwerthung, daß man sie mit Zuckerlösung vergähren läßt, die vergohrene Maische abpreßt und destillirt. Dieselbe liefert Branntwein, welcher sich zwar in Bezug auf Feinheit des Bouquets nicht mit jenem messen kann, welcher aus älteren Weinen dargestellt wird, aber nach längerem Lagern doch einen so angenehmen Geruch annimmt, daß er häufig mit der Benennung „Cognac" ausgezeichnet wird, und kann man diesen Tresterbrannt-

wein in Bezug auf seinen Werth, wenn auch nicht dem Weinbranntweine selbst gleich, so doch hoch über den aus Weinhefe gewonnenen sogenannten Lagerbranntwein stellen.

Die Fabrikation des Branntweines aus Wein und Abfällen von der Weinbereitung bildet in manchen Gegenden, z. B. in Frankreich, einen eigenen Industriezweig und hat man sogar besondere fahrbare Destillirapparate construirt, welche von Ort zu Ort gebracht werden und so eingerichtet sind, daß in ihnen die Destillation binnen Kurzem beendet ist; es werden in solchen Apparaten alle Abfälle der Weinproduction: Trester, Weinlager und verdorbene Weine auf Branntwein verarbeitet, welcher dann entweder direct in den Handel gebracht oder zur Verbesserung des Weines im Hause verwendet wird. In dem der Weinbereitung gewidmeten Bande unseres Werkes werden wir auf diesen speciellen Zweig der Darstellung von Früchtenbranntwein eingehender zurückkommen.

Die Verarbeitung alkoholhaltiger Materialien.

Die alleinigen Materialien, welche hier in Betracht kommen, sind Wein und Weinhefe, und werden dieselben in den Weinbau treibenden Ländern auch vielfach zum Zwecke der Fabrikation von Branntwein angewendet (vergleiche oben). Das specifische Weinfuselöl, welches in jedem Weine vorkommt, der Oenanthäther, bildet die Basis des Geruches aller aus Wein oder Weinhefe dargestellten Branntweine, und finden sich in dem ersteren neben diesem Körper noch alle jene Stoffe vor, welche das Bouquet des Weines zusammensetzen, so daß die Qualität eines Weinbranntweines in sehr bedeutendem Maße von dem Bouquet des zu seiner Darstellung angewendeten Weines abhängt. In der Regel wendet man zur Darstellung von Weinbranntwein immer nur Weine aus geringen Jahrgängen oder solche an, welche durch eine fehlerhafte Kellerbehandlung ungenießbar (essig- oder milchsauer oder bitter) geworden sind. Der aus solchen Weinen gewonnene Branntwein, nach einer der Hauptproductionsstätten von Weinbranntwein gewöhnlich „Cognac" genannt, gewinnt bei längerem Lagern ein viel feineres Bouquet und wird außer als Getränke für sich allein in bedeutenden Mengen zur Fabrikation von Schaumwein verwendet.

Die während der Hauptgährung des Weines sich ausscheidenden Körper, welche das sogenannte Gährlager (Hefe) bilden, schließen ziemlich viel Wein in sich und enthalten außerdem eine verhältnißmäßig große Menge von Oenanthäther. Die Weinhefe, sowie die vergohrenen Weintrester werden ebenfalls zur Gewinnung von Branntwein benutzt, welches sich zwar ebenfalls durch ein specifisches Bouquet auszeichnet, das aber, wie erwähnt, an Feinheit weit hinter jenem zurücksteht, welches der aus Wein selbst gewonnene Branntwein giebt.

Anhang.

Die Thatsache, daß Cellulose durch Kochen mit verdünnten Säuren in Dextrose übergeführt werden kann, berechtigt zu dem Schlusse, daß es einmal möglich sein werde, Spiritus aus Holz darstellen zu können; es ist dies zwar auch

schon gegenwärtig ausführbar, jedoch nur auf so kostspielige Weise, daß eine fabriksmäßige Darstellung von Spiritus aus Holz nach den bisher bekannten Verfahren unmöglich ist. Die Holzcellulose läßt sich nämlich nur durch langandauerndes Kochen des Holzes mit 9—10 pCt. ihres Gewichtes an Säuren, Salzsäure oder Schwefelsäure in Zucker überführen und geht selbst auf diese Weise nach 10- bis 12stündigem Kochen kaum der fünfte Theil der Cellulose in Traubenzucker über.

Untersucht man Holz, welches durch mehrere Stunden mit verdünnten Säuren gekocht wurde, mit dem Mikroskop, so findet man, daß hierbei hauptsächlich jene Substanz gelöst wird, welche die einzelnen Zellen mit einander verbindet, die Cellulose selbst aber nur wenig angegriffen wird. Es wird daher zweckmäßig sein, die Wirkung der Säuren durch erhöhte Temperatur zu fördern, somit das Kochen in Hochdruckapparaten vorzunehmen.

Recht zweckmäßig scheint es, die Gewinnung von Alkohol mit jener des sogenannten Holzstoffes zu vereinigen. Nach Bachet und Machand werden 200 kg in dünne Scheiben geschnittenes Tannenholz mit 8000 Liter Wasser und 800 kg Salzsäure mittelst Dampf durch 12 Stunden gekocht, die saure Flüssigkeit wird durch Waschen von dem Holzstoffe (welcher zur Papierfabrikation verwendet wird) getrennt, mit Kalk so weit neutralisirt, daß 99 pCt. der Säure gebunden werden und die Zuckerlösung bei einer Temperatur von 22 bis 25° C. in Gährung versetzt.

Nach Payen gewinnt man aus 100 Gewichtstheilen wasserfreien Holzes nach diesem Verfahren 21,13 Theile Traubenzucker; Bachet und Machand erhielten aus einem Cubikmeter Tannenholz im Gewichte von 438 kg 787 Literpercent Alkohol als Nebenproduct.

Nach dem gegenwärtigen Stande der Verarbeitung von Holzfaser auf Alkohol erscheint uns nur ein solches Verfahren praktisch durchführbar, bei welchem der Alkohol wie bei dem vorstehend beschriebenen als Nebenproduct gewonnen wird. Wenn einmal eine Methode aufgefunden werden sollte, nach welcher die Ueberführung der Holzfaser in Zucker auf billige Art durchgeführt werden kann, so dürfte damit auch der Augenblick eingetreten sein, in welchem sich ein Umschwung in der gesammten Praxis der Spiritusfabrikation vollzieht, indem es dann kaum mehr zweifelhaft ist, daß man auf dem mühevollen Wege, welchen man bisnun einschlagen muß, um Stärkemehl in Zucker und diesen in Alkohol überzuführen, nicht mehr mit einer Methode concurriren kann, welche sich eines so ungleich billigeren Materials bedient, wie es das Holz im Vergleiche mit den stärkemehlhaltigen Materialien ist.

Wie schon auf Seite 32 angedeutet wurde, scheint ganz besonders das Verfahren, nach welchem das Holz durch Behandeln mit Salzsäure zum Theile in Zucker verwandelt wird, eine Zukunft zu haben und ist es vielleicht unter Anwendung von Hochdruck möglich, die Zuckerausbeute noch über das bisher erreichte Maß zu steigern.

XIV. Die Destillation.

Die vergohrenen Maischen müssen sowohl, um die Gährgefäße für eine folgende Gährung zur Verfügung zu haben, als auch, um keine Verluste durch secundäre Gährungen zu erleiden, möglichst rasch der Destillation unterworfen werden, um den in ihnen enthaltenen Alkohol von den übrigen Stoffen, welche zusammen die Schlämpe bilden, zu trennen. Die Apparate, deren man sich zu diesem Zwecke bedient, haben im Laufe der Zeit so mannigfache Veränderungen erlitten, daß die Beschreibung aller wirklich in Ausführung gebrachten Constructionen für sich allein einen starken Band füllen müßte. Entsprechend den fortwährend vorgenommenen Verbesserungen ist auch die Leistungsfähigkeit dieser Apparate eine immer größere geworden und ist man gegenwärtig schon an der äußersten Grenze angelangt, welche sich überhaupt erreichen läßt: die neuen Destillir- und Rectificirapparate gestatten die Darstellung von Spiritus, dessen Alkoholgehalt ein so hoher ist, daß es nur durch Anwendung kräftig Wasser entziehender Körper möglich ist, demselben noch weiter Wasser zu entziehen.

Während man in früherer Zeit unter Anwendung der einfach gebauten Destillirapparate Anfangs nur ein beiläufig 28percentiges Destillat erhielt und letzteres durch wiederholte Destillation schließlich bis auf 80 Percente verstärkt, gelingt es mit Hülfe der neuen complicirten Apparate und einmaligem Erhitzen der Maischen, ein 96—97percentiges Destillat zu gewinnen. Der erste Schritt zur Verbesserung der einfachen Destillirapparate wurde dadurch gethan, daß man die abzudestillirende Maische in ein Gefäß, den sogenannten Vorwärmer, brachte, welches so aufgestellt war, daß es durch die Feuergase, die von der Heizung des eigentlichen Destillirapparates aufstiegen, erhitzt wurde. Man ließ den Inhalt dieses Vorwärmers, nachdem eine Destillation in der Blase beendet war, sogleich in letztere fließen und bedurfte selbstverständlich nur einer kürzeren Zeit und eines geringeren Aufwandes an Brennmaterial, um die schon bis auf einen gewissen Grad vorgewärmte Maische von Alkohol zu befreien oder zu „entgeisten"; man ersparte somit schon durch diese einfache Vorrichtung an Zeit und Beheizungskosten.

Von weittragender Bedeutung war jedoch die Aenderung in der Einrichtung der Destillirapparate, welche durch Anwendung der sogenannten Rectificatoren und Dephlegmatoren entstand — diese Aenderung war es, welche im Laufe der Zeit zur Herstellung jener vollkommenen Apparate führte, deren man sich gegenwärtig bedient. Pistorius brachte an dem von ihm construirten Destillationsapparate zuerst rectificirend und dephlegmirend wirkende Theile an und zeigte hierdurch den Weg, auf welchem man bei größtmöglicher Ersparniß an Wärme dahin gelangt, in einer Operation sehr hochgradigen Spiritus zu gewinnen.

Den wichtigsten Schritt in der Verbesserung der Destillirapparate machte man aber durch die Einführung der sogenannten Dampfdestillation, das ist jenes Verfahrens, nach welchem die Erhitzung der Maischen bis zum Sieden nicht mehr durch freies Feuer, sondern durch Wasserdampf geschieht und steht dieses Verfahren gegenwärtig in allen Spiritusfabriken in Anwendung. In Folge der Anwendung des Dampfes ist man auch dahin gelangt, die einmal auf die Maische übertragene Wärme in der Weise auszunützen, daß sie von einer Flüssigkeitspartie auf die andere übergeht und somit jene Verluste an Wärme, welche durch Ausstrahlung u. s. w. hervorgebracht werden, auf das geringst mögliche Maß zurückgeführt sind.

Erhitzt man eine alkoholhaltige Flüssigkeit — vergohrene Maische — in einem einfachen Destillirapparate, welcher nur mit einer Vorrichtung zur Verdichtung der Dämpfe versehen ist, zum Kochen, so erhält man ein Destillat, welches unter allen Umständen reicher an Alkohol ist als die ursprünglich vorhandene Flüssigkeit. Die Maischen enthalten, wenn wir von den zu den Fuselölen gerechneten Stoffen absehen, an flüchtigen Körpern Wasser und Alkohol; nachdem nun letzterer einen tiefer liegenden Siedepunkt besitzt als das Wasser, so wird sich als Destillat eine Flüssigkeit ergeben, welche mehr Alkohol enthält als die ursprüngliche. Destillirt man die Flüssigkeit abermals (rectificirt man sie), so erhält man wieder ein entsprechend an Alkohol reicheres Destillat ꝛc. Nach der folgenden Tabelle*) stellt sich das Verhältniß zwischen dem Alkoholgehalt der zur Destillation gebrachten Flüssigkeit und der aus ihr entweichenden Dämpfe folgendermaßen:

Alkoholgehalt der siedenden Flüssigkeit in Volumpercenten	Siedepunkt derselben in ° C.	Alkoholgehalt der entweichenden Dämpfe in Volumpercenten
90	78,75	92
80	79,38	90,5
70	80,00	89
60	81,25	87
50	82,50	85
40	83,75	82
30	85,00	78
20	87,50	71

*) Otto, Spiritusfabrikation, S. 413.

Alkoholgehalt der siedenden Flüssigkeit in Volumpercenten	Siedepunkt derselben in ° C.	Alkoholgehalt der entweichenden Dämpfe in Volumpercenten
18	88,75	68
15	90,00	66
12	91,25	61
10	92,50	55
7	93,75	50
5	95,00	42
3	96,25	36
2	97,50	28
1	98,75	13
0	100,00	0

Eine Maische von 10 pCt. Alkoholgehalt lieferte demnach bei Beginn der Destillation Dämpfe, welche nach der Verdichtung 55 percentigen Alkohol gaben; war der Gehalt der Maische auf 7 pCt. herabgesunken, so erhielt man nur mehr Dämpfe von 50 pCt., bei 5 pCt. in der Maische nur mehr von 42 pCt. u. s. w. Nachdem mit der Abnahme des Alkoholgehaltes auch der Siedepunkt der Maischen steigt, so ist es begreiflich, daß die später übergehenden Antheile des Destillates reicher an (den schwerer flüchtigen) Fuselölen sein mußten, als die ersteren, ein Umstand, welcher die Branntweinbrenner früherer Zeit veranlaßte, die ersten Partien des Destillates für sich allein aufzufangen (Vor- und Nachlauf).

Wenn man die Dämpfe eines Körpers zur Flüssigkeit verdichtet, so geben sie jene Wärmemenge ab, welche erforderlich war, um die Flüssigkeit in Dampf zu verwandeln; früher geschah diese Verdichtung der Dämpfe ausschließlich in von Wasser umgebenen Kühlschlangen und wurde das Wasser durch die aus den Dämpfen frei werdende Wärme erhitzt. Um die bei der Verdichtung der Alkoholdämpfe zu Flüssigkeit aus ersteren frei werdende Wärme nicht zu verlieren, traf man die Einrichtung, die Dämpfe in ein Gefäß treten zu lassen, in welchem sie sich Anfangs zur Flüssigkeit verdichteten; durch die nachströmenden Dämpfe wird die Flüssigkeit endlich zum Sieden erwärmt und giebt nun ihrerseits Dämpfe ab, welche reicher an Alkohol sind als jene, welche ursprünglich zuströmten.

Rectifications- und Dephlegmationsapparate.

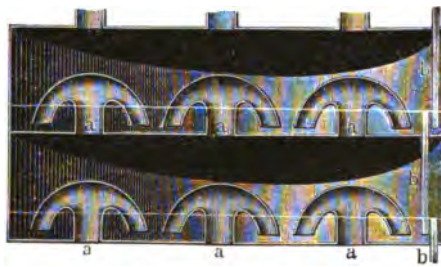
Nachdem man das wiederholte Destilliren einer Flüssigkeit zum Zwecke dieselbe reicher an einem gewissen Körper zu machen, Rectificiren nennt, bezeichnet man die zu diesem Behufe verwendeten Apparate als Rectificatoren

Kühlt man ein Gemenge von Dämpfen eines leichter und eines schwerer flüchtigen Körpers um ein bestimmtes ab, so findet eine theilweise Verflüssigung beider Körper statt und zwar in dem Verhältnisse, daß eine größere Menge des minder flüchtigen Körpers niedergeschlagen wird; ein Gemenge aus Alkohol und Wasserdämpfen wird unter diesen Verhältnissen eine sehr wasserreiche Flüssigkeit

und alkoholreichen Dampf ergeben. Apparate, welche in dieser Weise wirken, nennt man Dephlegmatoren (Phlegma wird die Flüssigkeit genannt, welche nach dem Abdestilliren des Alkoholes in einer gewöhnlichen Destillirblase zurückbleibt).

Die Ausführung des einen oder anderen Verfahrens zur Gewinnung alkoholreicher Flüssigkeiten läßt sich in der Praxis in sehr verschiedener Weise vor-

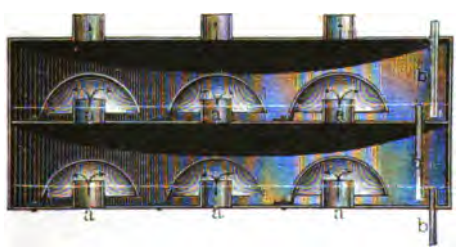
Fig. 89.



Röhren-Rectificator.

nehmen und kann man auch beide Methoden mit einander verbindenden. Fig. 89 und Fig. 90 versinnlichen die Einrichtung von Rectificationsapparaten, welche man in flachen cylindrischen Gefäßen, die zu einer Säule verbunden übereinander aufgestellt waren, anbrachte; in Fig. 89 müssen die von unten aufsteigenden Dämpfe aus bogenförmigen Röhren a ausströmen; sie verdichten sich Anfangs zur Flüssigkeit, diese sperrt die Mündungen der bogenförmigen Rohre ab, wird durch die nachströmenden Dämpfe endlich zum Sieden gebracht, giebt rectificirte, d. h. alkoholreichere Dämpfe ab, welche in dem überstehenden ähnlich eingerichteten Rectificircylinder abermals verdichtet werden u. s. f. Damit die Spiegel der Flüssigkeit in den einzelnen Rectificatoren nicht über ein gewisses Maß steigen

Fig. 90.

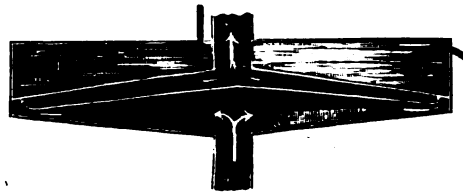


Glocken-Rectificator.

können, sind in jedem Cylinder die Ueberfallröhren b angebracht, welche die überschüssige Flüssigkeit nach den unteren Rectificatoren, eventuell nach der Destillirblase zurückführen.

Der in Fig. 90 abgebildete Rectificator stimmt mit dem eben beschriebenen im Principe ganz überein, in der Ausführung ist er etwas einfacher, indem die

Fig. 91.

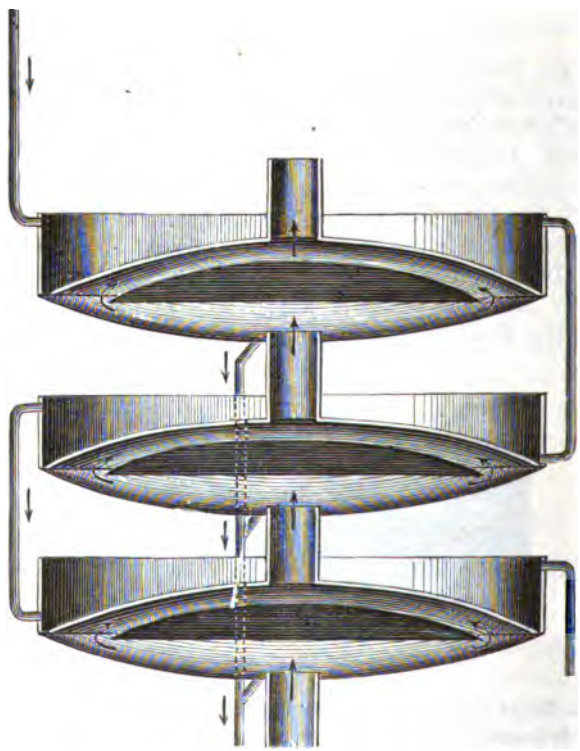


Pistorius-Dephlegmir-Becken.

bogenförmigen Röhren durch glockenförmige Hauben ersetzt sind, unter welchem die Alkoholdämpfe durch die Sperrflüssigkeit entweichen müssen.

Unter den Dephlegmationsapparaten zeichnet sich ganz besonders jener durch

Fig. 92.



Verbindung dreier Pistorius-Becken.

sinnreiche Construction aus, welcher unter dem Namen des Pistorius'schen Beckens bekannt ist. Fig. 92 zeigt die Einrichtung eines solchen Beckens in Durchschnitt. Die Alkoholdämpfe, deren Lauf durch die Pfeile angedeutet wird, müssen zwischen der Platte b und dem Deckel des Beckens herumgehen; am Rande des letzteren ist aber eine vertical stehende Mantelfläche angebracht und fließt durch ein Rohr Wasser in das so gebildete Gefäß d; durch das Wasser wird die mit dem Dampfe in Berührung kommende Fläche und dieser selbst abgekühlt; es scheidet sich ein Theil des Wassers und wenig Alkohol in flüssiger Form aus und fällt nach der Destillirblase zurück, die dephlegmirten Dämpfe steigen durch c in das nächstfolgende Dephlegmirbecken, wo sich der gleiche Vorgang wiederholt — das auf dem Dephlegmirbecken erwärmte Wasser fließt in das nächst tiefere Becken und schließlich stark erwärmt ab.

Um diese Wärme nicht verloren geben zu müssen, trachtet man, das erhitzte Wasser in irgend einer Weise zu verwerthen, wenn nicht anders, so doch zur Speisung des Dampfkessels. Am zweckmäßigsten läßt sich die Wärme nutzbar machen, wenn man zur Abkühlung anstatt Wasser ausgegohrene Maische nimmt und diese hierdurch zur Destillation vorwärmt; in diesem Falle müssen aber die Gefäße, welche zur Aufnahme der Kühlflüssigkeit am oberen Theile des Rectificators angebracht sind, geschlossen sein, indem man sonst durch Verdampfen von Alkohol aus der erwärmten Flüssigkeit Verluste erleiden würde. Dephlegmation und Rectification lassen sich leicht an einem und demselben Apparate anbringen, man braucht zu diesem Zwecke nur den Pistorius'schen Becken die Einrichtung zu geben, daß das Rohr, welches die Dämpfe zuführt durch eine Rectificationsglocke gedeckt wird — die nachströmenden Dämpfe müssen durch die Flüssigkeit streichen, rectificiren diese und gelangen dann zur Dephlegmirung, der Ueberschuß der Flüssigkeit gelangt durch das Ueberfallrohr (vergl. Fig. 92) in den Destillirapparat zurück.

Die Maisch- und Rectificir-Colonnen.

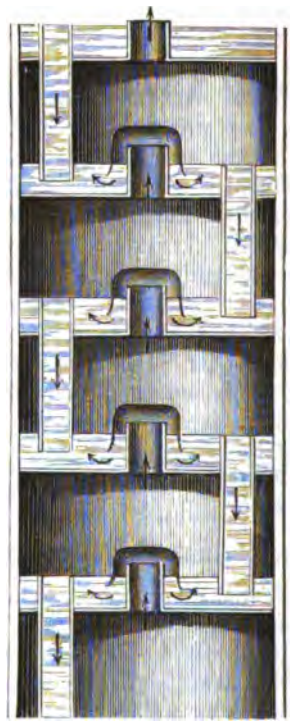
Das Princip der Rectification ist bei den continuirlich wirkenden Apparaten in der Weise zur weitesten Ausbildung gebracht worden, daß eine größere Anzahl von Rectificatoren, welche die Form von Cylindern haben, säulenförmig übereinander aufgestellt werden und die Rectification nicht in der Weise bewerkstelligt wird, daß die von unten aufsteigenden Alkoholdämpfe durch schwachen Alkohol, welcher sich erst in dem Rectificator ansammeln muß, zu streichen haben, sondern einem Maischestrom begegnen, welcher sich von *oben* nach *unten* bewegt, so daß gewissermaßen eine Gegenströmung zwischen der hinabfließenden Maische und den nach aufwärts steigenden Dämpfen stattfindet. In dem Maße als erstere in die tiefer liegenden Abtheilungen der Colonne gelangt, wird sie durch die nach aufwärts dringenden Dämpfe stärker erhitzt und kommt endlich vollständig entgeistigt unten an; die in entgegengesetzter Richtung strömenden Alkoholdämpfe werden hingegen durch die Berührung mit der in den oberen Abtheilungen der Colonne befindlichen kälteren

Maische dephlegmirt und gelangen als sehr hochpercentig zur Verdichtung. — Die Rectifications-Colonnen sind in ähnlicher Weise eingerichtet, nur strömt in denselben anstatt Maische der zu rectificirende Spiritus nach abwärts.

Fig. 93 zeigt das Princip, nach welchem diese übrigens auch in vielen Variationen ausgeführten Colonnen angefertigt werden.

Die Maische, eventuell der zu rectificirende Spiritus gelangt aus dem Vorrathsbehälter durch das nahe bis auf den Boden des obersten Rectificators reichende Rohr 1 in denselben, und steigt in diesem so hoch, bis er durch das

Fig. 93.



Maisch- und Rectificir-Colonne.

Rohr 2 in den zweiten Rectificator gelangt, wo er wieder bis zur Mündung des Rohres 3 steigen muß und so fort durch alle Rectificatoren. — In der Mitte des Bodens jedes Rectificators ist ein kurzes Röhrenstück angebracht, welches von einer in die Flüssigkeit tauchenden Kappe bedeckt ist. Ein in den untersten Raum der Colonne getriebener Dampfstrom muß seinen Weg durch diese kurzen Röhrenstutze und durch die auf den Böden der Rectificatoren befindliche Flüssig-

keit nehmen, bringt dieselbe zum Sieden, so daß fortwährend Alkoholdämpfe nach aufwärts steigen und durch fortwährende Aufnahme neuer Alkoholmengen aus der in der oberen Partien der Colonnen befindlichen Maische endlich Dämpfe von sehr hohem Alkoholgehalt entstehen.

Daß die zu rectificirende Flüssigkeit auf einer Seite in den Rectificator ein- auf der entgegengesetzten austreten muß, hat seinen Grund darin, daß man bestrebt sein muß, die Maische durch längere Zeit in jedem Rectificator zu belassen, um möglichst viel Alkohol aus ihr abzudestilliren und liegt gerade in der Durchführung dieser Arbeit und in der besonderen Form, welche man den einzelnen Rectificatoren giebt, das wesentliche der neuen Constructionen von Colonnenapparaten; in neuester Zeit hat man sogar Maischcolonnen construirt, in welchen die rectificirend wirkenden Abtheilungen gar nicht vollständig von einander getrennt sind, und die ganze Colonne mit Maische gefüllt ist.

Regulirapparate für Wasser, Dampf und Maische.

Bei jenen Destillirapparaten, welche so eingerichtet sind, daß das zu verarbeitende Maischquantum nicht auf einmal in Arbeit genommen wird, sondern in gewissen Mengen zufließt, destillirt wird und dann den Apparat als Schlämpe verläßt — und bei allen continuirlichen Apparaten ist dies der Fall — muß man große Aufmerksamkeit darauf verwenden, das Verhältniß zwischen der zuströmenden Maische, dem zur Destillation derselben verwendeten Dampf und das zur Abkühlung der Spiritusdämpfe benutzte Wasserquantum so zu stellen, daß von keinem zu viel oder zu wenig in den Apparat gelangt.

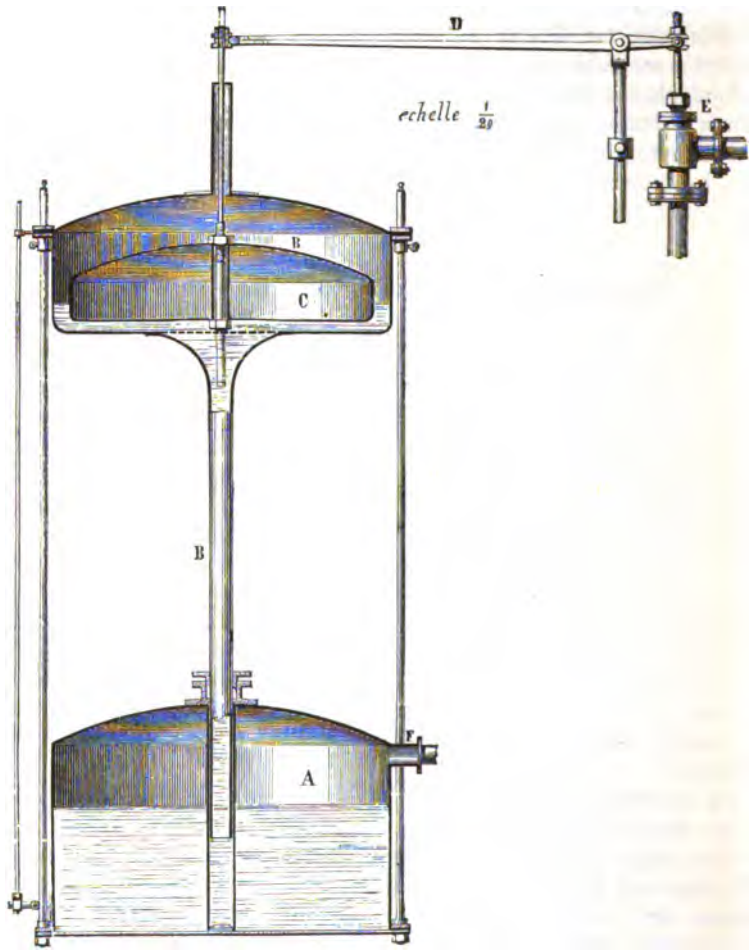
Es wäre zwar möglich, das richtige Verhältniß durch aufmerksame Beobachtung des Ganges der Destillation und entsprechende Stellung der Hähne, durch welche die Zuleitungen von Maische, Dampf und Wasser abgesperrt werden, herbeizuführen. — Diese Arbeit würde aber die größte Aufmerksamkeit Seitens desjenigen voraussetzen, welcher den Gang der Destillation zu überwachen hat und würde es selbst bei der größten Gewissenhaftigkeit des betreffenden Arbeiters nicht möglich sein, den Gang der Destillation in vollständiger Gleichmäßigkeit zu erhalten.

Um den Gang des Destillirapparates in dieser Beziehung ganz unabhängig von der Aufmerksamkeit einer Person zu stellen, hat man mehrere Apparate construirt, welche vollkommen selbstthätig wirken und den Zufluß des Dampfes, des Wassers und der Maische so reguliren, daß immer das richtige Verhältniß vorhanden ist — und functioniren diese Apparate, einmal richtig gestellt, auch stets in richtiger Weise fort. Wie leicht einzusehen, bilden sie sehr wichtige Theile eines Destillirapparates und haben für den Gang der letzteren beiläufig dieselbe Bedeutung, welche der Kugelregulator für eine Dampfmaschine besitzt.

Wenn man auf die Pistorius-Becken sehr reichlich kaltes Wasser fließen läßt, so bringt man es dahin, daß, obwohl die Flüssigkeit in dem Destillirgefäße im heftigsten Sieden begriffen ist, gar kein Alkohol-

dampf aus dem oberſten Becken entweicht: es wird eben aller Dampf in Folge der übermäßigen Abkühlung verdichtet und fließt der Weingeiſt wieder nach dem Deſtillationsapparate zurück; läßt man zu wenig Kühlwaſſer zufließen, ſo er-

Fig. 94.

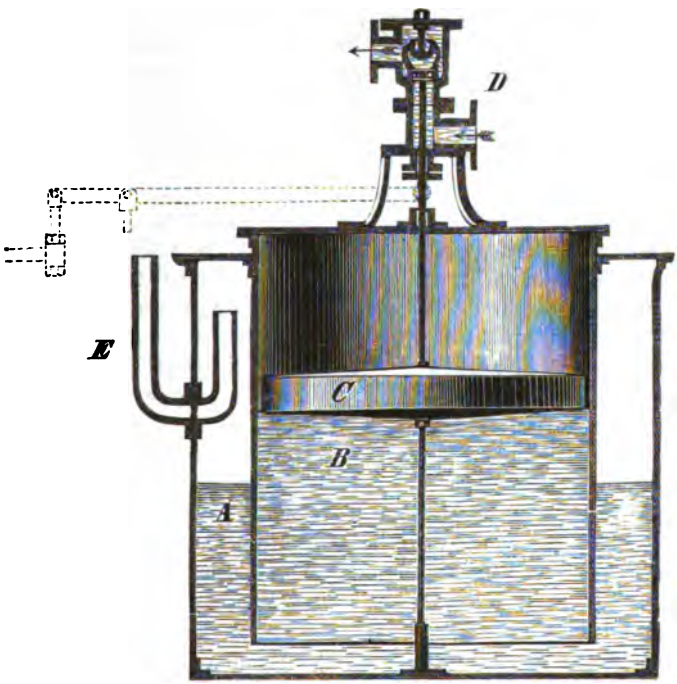


Dampf-Druckregulator. Conſtruction D. Savalle, Paris.

hält man keinen Spiritus von genügender Stärke. Um gerade das richtige Maß an Kühlflüſſigkeit zu treffen, muß der mit der Deſtillation Betraute fortwährend den Percentgehalt des abdeſtillirenden Spiritus controliren und dieſem

entsprechend die Erwärmung der zu destillirenden Flüssigkeit sowie den Wasserzufluß regeln. Da es nun selbst bei der größten Aufmerksamkeit in diesem Falle unmöglich ist, gewisse Schwankungen im Gange des Apparates zu vermeiden, war man bemüht, die Regelung des Zuflusses von Kühlwasser durch eine selbstthätige Vorrichtung ganz von der Aufmerksamkeit des Leiters der Destillation unabhängig zu machen und ist dies sowohl für die Zuströmung des zum Erhitzen der zu destillirenden Flüssigkeit dienenden Dampfes als auch für das Kühlwasser möglich geworden, so daß der bei dem Destillationsapparate Angestellte nichts weiter zu thun hat, als den Zufluß der Maische, des Kühlwassers und des Dampfes in Gang zu setzen.

Fig. 95.



Wasser-Regulator, Construction Savalle.

Fig. 94 versinnlicht die Einrichtung des Dampfregulators, Fig. 95 jene des Wasserregulators nach Savalle. Bei ersterem ist ein Rohr B vertical und luftdicht in dem Halse eines Gefäßes A verschiebbar und kann durch eine in der Zeichnung nicht ersichtliche Schraube in beliebiger Höhe festgestellt werden. Das Gefäß A ist zum Theile mit Wasser gefüllt und steht durch das Seitenrohr F

mit dem Rohre, welches den Dampf zuführt, in Verbindung. An das Rohr B schließt sich ein Gefäß, in welchem sich ein kupferner Schwimmer C befindet, der oben einen Stab trägt, welcher durch eine auf dem Deckel des Gefäßes C angebrachte Stopfbüchse geht und mit einem Hebel D verbunden ist, der seinerseits wieder mit einem im Dampfzuflußrohre E angebrachten Ventile in Verbindung steht.

Wenn z. B. der Druck des Dampfes zu hoch wird, so nimmt auch der Druck desselben auf die Oberfläche des in A befindlichen Wassers zu und wird letzteres in dem Rohre B nach C gepreßt; je mehr Wasser nach C gelangt, desto mehr wird der Schwimmer D gehoben und durch das mit letzterem verbundene Hebelwerk das Ventil in dem Dampfrohre mehr geschlossen. Sinkt der Dampfdruck, so vermindert sich auch der Druck in A, es sinkt Wasser durch B herab, es sinkt der Schwimmer C und wird das Dampfventil mehr geöffnet. Man braucht daher nur bei Beginn der Arbeit das Rohr B in entsprechender Weise zu stellen, um dann immer den gleichen Druck des Dampfes im Apparate zu haben.

Durch Anwenduug dieses Regulators soll der Dampfzufluß in so genauer Weise regulirt werden können, daß die Menge des in einer Stunde abdestillirenden Alkoholes kaum um 1 Liter variirt und die Druckdifferenzen innerhalb eines Tausendstel einer Atmosphäre liegen.

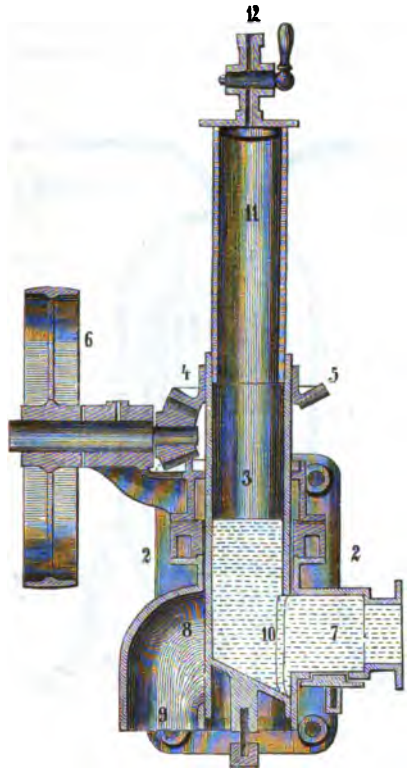
Der Wasserregulator Fig. 95 ist ebenfalls nach dem Principe, daß Druckerhöhung eine Wassersäule steigen macht, construirt. Ist z. B. in einem der nachstehend zu beschreibenden Condensatoren die Spannung des Dampfes eine zu große, so liegt die Ursache hiervon in einer zu geringen Zufuhr von Kühlwasser. Der Condensator ist durch ein Rohr E mit einem Gefäße A verbunden, welches Wasser enthält und in welches ein zweites, B, eingesetzt ist, in dem sich ein Schwimmer C befindet, dessen vertical aufsteigende Stange mit dem Ventile des Wasserzufuhrrohres D verbunden ist. Steigt nun der Druck in dem Condensator zu hoch, so wird Wasser aus A nach B gepreßt, der Schwimmer C etwas gehoben und das Ventil mehr geöffnet, und der Wasserzufluß zum Condensator in Folge dessen stärker, bis der Druck wieder normal geworden ist.

Der Einfluß der Maische in den Destillirapparat kann zwar durch entsprechende Stellung des Hahnes, welcher an dem vom Maischbehälter abgehenden Rohre angebracht ist, regulirt werden — zweckmäßiger ist es aber auch für diese Arbeit, einen selbstthätig wirkenden Apparat anzuwenden, indem hierdurch alle Funktionen, welche der Destillir-Apparat auszuführen hat, vollkommen unabhängig von der Achtsamkeit der Arbeiter vor sich gehen und der Apparat sich selbst so regelmäßig steuert, wie eine Dampfmaschine. Ein durch seine Einfachheit ausgezeichneter Maische-Regulator ist der in Fig. 96 abgebildete, welcher von Christoph an den continuirlichen Apparaten seiner Construction angebracht wird.

Die Maische tritt durch das bei absichtlicher Unterbrechung der Destillation mittels eines Schiebers abzusperrende Rohr 1 in einen Behälter 2, in dem sich ein hohler Kolben befindet; letzterer wird durch die Kegelräder 4 und 5 und die

Riemenscheibe 6 langsam umgedreht. Durch 7 und den Spalt 10 kann die Maische aus 1 in das Gehäuse treten, durch den Spalt 8, welcher dem ersteren diametral gegenüber steht, abfließen; der Kolben besitzt an seiner Mantelfläche einen Spalt und einen cylindrischen Aufsatz 11, welcher durch den Hahn 12 abgeschlossen wird.

Fig. 96.



Maische-Zuflußregulator. Construction Christoph.

Wenn der Kolben die in der Abbildung angegebene Stellung besitzt, so tritt die Maische durch 1, 7 und 10 in das Innere desselben und wird durch den Druck der aus dem Maischbehälter zufließenden Maische emporgetrieben. Die Luft, welche sich in dem Kolben und den mit ihm verbundenen Cylinder befindet, wird zusammen gedrückt und sucht zu entweichen; sie findet nur durch den Hahn 12 einen Ausweg und kann man den Zufluß der Maische durch Stellung dieses Hahnes beliebig reguliren. Je langsamer sich der Kolben umdreht und je weniger weit der Hahn 12 geöffnet ist, desto weniger Maische kommt zum Abflusse, wenn sich der Kolben so weit gedreht hat, daß der Spalt 10 nunmehr mit dem Spalt

8 zuſammenfällt; wie die Abbildung zeigt, iſt die Bodenfläche des Kolbens ſchief geſtellt um die gänzliche Entleerung des Kolbeninhaltes zu ermöglichen. Das Rohr 9 läßt die abfließende Maiſche in einen Trichter fallen, welcher auf das Rohr geſetzt iſt, durch welches die Maiſche unmittelbar in den Deſtillirapparat gelangt.

Bei den gegenwärtig immer mehr in Gebrauch kommenden Colonnenapparaten verwendet man zur Dephlegmation und gleichzeitigen Vorwärmung der Maiſchen Verdichtungsapparate oder Condenſatoren ſehr mannigfacher Conſtruction; Fig. 97

Fig. 97.

Condenſator für Maiſche-Vorwärmer.

verſinnlicht die Einrichtung eines ſolchen Condenſators. Derſelbe beſteht aus einem Cylinder C_1, welcher ähnlich wie der Dampfkeſſel einer Locomotive von vielen engen Röhren durchzogen iſt; durch das Rohr B wird in dieſen Cylinder mittelſt einer Pumpe beſtändig kalte Maiſche getrieben und tritt bei B_1 erwärmt aus; ſie entzieht nämlich den durch A eintretenden Alkoholdämpfen, welche durch die engen Röhren nach aufwärts, ſomit dem Laufe der Maiſche entgegengeſetzt ſtreichen, ein gewiſſes Quantum Wärme und werden die Alkoholdämpfe zum Theile dephlegmirt; eine weitere Dephlegmirung der Alkoholdämpfe findet in den vom unteren Ende des Cylinders C ſich erhebenden Röhren D ſtatt, welche ſich in den

mit kaltem Wasser gefüllten Gefäße E befinden. Die nunmehr an Alkohol reichen Dämpfe treten bei F aus, die alkoholarme Flüssigkeit sammelt sich in dem zum Zwecke des Verschlusses zweimal rechtwinklig gebogenen Rohre D und fließt nach dem Destillirapparate zurück.

In welcher Weise auch die Destillirapparate eingerichtet sind, immer sind an denselben noch mehrere Vorrichtungen angebracht, welche verschiedenen Zwecken dienen; die wichtigsten derselben sind die Apparate zur Verdichtung der hochgradigen Alkoholdämpfe und eine an diesen vorhandene Vorrichtung zur Controle der Stärke des abfließenden Alkoholes. Außerdem ist hier noch ein Apparat zu erwähnen, welcher in der Zukunft große Wichtigkeit erlangen dürfte, nämlich ein Meßapparat für das aus dem Destillirapparate abfließende Weingeistquantum und dessen Alkoholgehalt. Durch allgemeine Einführung derartiger verläßlicher Apparate könnten nämlich alle bisher in Anwendung gebrachten Steuersysteme, welche den Praktikern viele unbequeme Einschränkungen auferlegen, aufgelassen und durch die Besteuerung des fertigen Productes ersetzt werden.

Die Kühlvorrichtungen.

Zur Abkühlung der aus den Destillirapparaten entweichenden Alkoholdämpfe verwendete man früher ausschließlich die sogenannten Kühlschlangen, welche aus einem Rohre bestanden, das zu einer Spirale gerollt war und sich in einer Kufe befand, in welche unmittelbar über dem Boden kaltes Wasser einströmte, indeß oben das erwärmte Wasser abfloß. Um ein größeres Quantum von Dämpfen zu verdichten, mußte man den Kühlschlangen bedeutende Dimensionen geben und war eine große Menge Wassers erforderlich, um die Kühlung zu bewirken. Dieser Uebelstände wegen verschwinden die Schlangenkühler allmälig aus den Spiritusfabriken und wendet man an Stelle derselben jetzt ausschließlich Kühlapparate an, welche nach dem Principe der Gegenströmung eingerichtet sind.

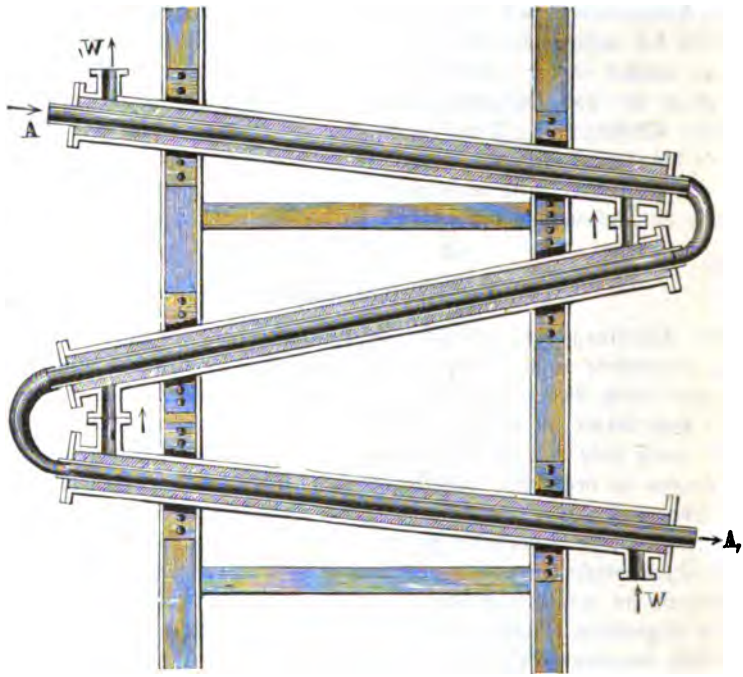
Die Gegenstrom-Apparate sind, wie schon bei Erörterung der zur Kühlung der Maische dienenden Vorrichtungen dargelegt wurde, so eingerichtet, daß die zu kühlenden Flüssigkeiten oder Dämpfe und die Kühlflüssigkeit in entgegengesetzter Richtung strömen, wodurch bewirkt wird, daß letztere den zu kühlenden Körpern die Wärme so vollständig entzieht, daß die Temperatur der ablaufenden Kühlflüssigkeit beinahe so hoch ist, als die der zu verdichtenden Dämpfe beim Einströmen in den Kühlapparat.

Durch Anbringung entsprechender Röhrenleitungen an diesen Kühlapparaten kann man entweder das erwärmte Kühlwasser zur Speisung des Dampfkessels oder zum Maischen benützen, oder man kann an Stelle des Kühlwassers vergohrene Maische als Kühlflüssigkeit verwenden und giebt dann dem Apparate die Einrichtung, daß die stark vorgewärmte Maische unmittelbar zum Destillirapparate geschafft wird.

Eine der einfachsten Vorrichtungen zur Kühlung mit Gegenströmung ist jene, welche in Fig. 98 abgebildet ist. Das Kühlrohr ist in Stücke zerlegt und

ſind die Theile deſſelben von weiteren Röhrenſtücken umgeben, welche durch Verbindungsſtücke mit einander vereinigt ſind. Die zu verdichtenden Dämpfe treten am höchſten Punkte A des Kühlrohres in den Apparat, bewegen ſich in demſelben nach abwärts und fließt bei A_1 abgekühlter Weingeiſt aus; das Kühlwaſſer tritt unten bei W in die äußeren Röhren, fließt in dieſen

Fig. 98.



Einfacher Röhrenkühler.

nach aufwärts und verläßt ſie in erwärmtem Zuſtande bei W_1. Röhrenkühler dieſer Conſtruction nehmen immer noch großen Raum ein und haben den Nachtheil, daß es ziemlich ſchwer hält, die Röhren zu reinigen. Bei Anwendung von kalkhaltigem Waſſer zur Kühlung ſcheidet ſich nämlich aus demſelben Kalk auf den Röhren ab und macht ſchon eine dünne Schicht deſſelben, ſeiner ſchlechten Wärmeleituugsfähigkeit wegen, den Kühleffect geringer. Man kann dieſem Uebelſtande übrigens dadurch abhelfen, daß man die Bogenſtücke des Kühlrohres ſo einrichtet, daß ſie ſich abnehmen laſſen und man die geraden Röhrenſtücke aus den weiteren herausziehen kann.

Viel weniger Raum einnehmend und dabei doch von derſelben Wirkſamkeit, wie die großen Röhrenkühler, ſind jene, welche man als Batteriekühler bezeichnen

kann (Fig. 99). Zwei flache cylindrische Gefäße sind durch eine große Anzahl enger Röhren mit einander verbunden und ist das ganze von einem weiteren Gefäße umschlossen, in welchem sich die Kühlflüssigkeit von unten nach oben bewegt, indeß die zu verdichtenden Dämpfe oben bei A in die engen Röhren treten, in diesen zur Flüssigkeit verdichtet werden, welche unten A_1 abläuft. Wie sich aus der Vergleichung beider Constructionen ergiebt, stimmt dieser Kühlapparat in vielen Dingen mit dem in Fig. 97 abgebildeten Condensator überein.

Fig. 99.

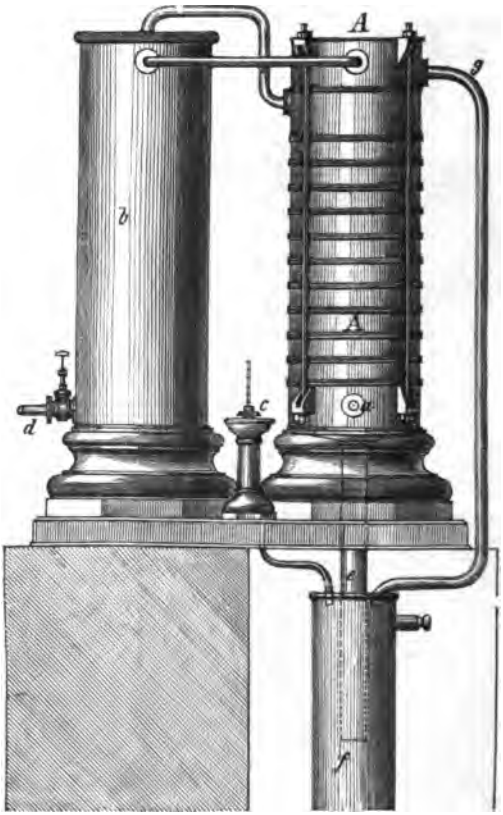
Batterie-Röhrenkühler.

Die Probekühlapparate.

Um sich während des Betriebes eines continuirlich wirkenden Destillirapparates jeder Zeit Gewißheit verschaffen zu können, ob die Schlämpe thatsächlich keinen

Alkohol mehr enthält, somit vollständig „entgeistet“ ist, bringt man an diesen Apparaten kleine Probekühler an. In einfachster Form können diese Probekühler aus einem von kaltem Wasser umgebenen Schlangenrohr bestehen, welches man mit dem großen Apparate an der Stelle verbindet, an welcher nur alkoholfreie

Fig. 100.



Probekühler. Construction Gebrüder Siemens.

Schlämpedämpfe existiren sollen. Die in dieser kleinen Kühlschlange zur Flüssigkeit verdichteten Dämpfe sollen nur aus Wasser nebst etwas Fuselölen bestehen, und zeigt die Untersuchung dieser Flüssigkeit mittelst eines empfindlichen Alkoholometers die An- oder Abwesenheit von Alkohol an.

Gebrüder Siemens bringen an ihren Colonnenapparaten einen Probekühler besonderer Einrichtung an, welche die aus der Schlämpe entweichenden Dämpfe

nochmals rectificirt und es in Folge dessen möglich macht, die kleinsten Mengen von Alkoholdämpfen, welche noch in den Schlämpedämpfen vorhanden sein sollten, mit Sicherheit nachzuweisen. Der Apparat, dessen Einrichtung aus Fig. 100 hervorgeht, besteht aus einer Rectifications-Colonne A und einem Kühler b. Die Oeffnung a der Colonne wird durch ein Rohr mit der Entgeistungscolonne verbunden, so daß die Schlämpedämpfe ihren Weg in die Colonne nehmen können;

Fig. 101.

Vorrichtung zum Abfluße des Alkohols aus dem Destillirapparate.

der Wasserhahn d wird geöffnet, es tritt dann Wasser in die Colonne A und rectificirt die Schlämpedämpfe; die aus dem Kühlrohr ablaufende Flüssigkeit strömt durch das Gefäß c, ein in letzterem schwimmendes Alkoholometer zeigt in der rectificirten Flüssigkeit die An- oder Abwesenheit von Alkohol sehr scharf an. Die entgeistete Flüssigkeit aus A fließt bei e, das Kühlwasser, nachdem es in A rectificirend gewirkt hat, bei g mit der aus c ablaufenden Flüssigkeit in ein gemeinsames Abflußrohr ab.

Die Abflußvorrichtung.

Um in jedem Augenblicke zu wissen, welche Stärke der aus dem Verdichtungsapparate abfließende Alkohol besitzt, giebt man dem Theile des Kühlrohres, aus welchem der Alkohol in die Behälter abfließt, die aus Fig. 101 ersichtliche Form: der

Alkohol sammelt sich in dem U förmigen Theile des Rohres und fließt bei dem offenen Arm in die letzteren umfassende durch eine Glasglocke bedeckte Schale über, sobald er in dem andern entsprechend hoch gestiegen ist. Ein Alkoholometer, welches in dem Rohre schwimmt, zeigt die Stärke des ablaufenden Alkohols an. An dem Röhrenstücke, durch welches der Alkohol zufließt, ist ein oben offenes von einer kleinen Haube bedecktes Rohr aufgesetzt, welches zum Entweichen der Kohlensäure dient, die mit den Alkoholdämpfen aus dem Destillirapparate fortgeht; diese Vorrichtung ist nothwendig, um das regelmäßige Abfließen des Alkoholes zu ermöglichen; wäre sie nicht vorhanden, so würde die Kohlensäure stoßweise durch den U-förmigen Arm entweichen und könnte hierbei das Alkoholometer zerbrochen werden.

Die Alkohol-Meßapparate.

Apparate, welche es ermöglichen, das Volumen des aus dem Kühlapparat ausfließenden Alkoholes, gleichzeitig die Percentstärke desselben zu messen und beide Angaben durch einen besonderen Mechanismus selbstthätig genau zu verzeichnen, wären offenbar das Ideal einer Vorrichtung, nach deren Angaben die Besteuerung der Spiritusfabrikation in der zweckmäßigsten Weise vorgenommen werden könnte, nämlich durch Besteuerung des Productes nach Menge und Gradhältigkeit. Es existiren mehrere Constructionen für derartige Alkohol-Meßapparate oder „Weingeist-Uhren", so z. B. von Rittinger, Stumpe-Holdmann, Dolainsky, Jacquier, Röggerath, Wedelin und Siemens & Halske. Von allen genannten Apparaten scheint besonders der nach der Construction Siemens & Halske den Anforderungen zu entsprechen, nämlich genaue Resultate zu liefern und so eingerichtet zu sein, daß ein unbefugter Eingriff in den Gang des Apparates nicht stattfinden kann. Da der Apparat aus zwei Theilen besteht, deren Angaben mit einander übereinstimmen müssen, so gestattet schon dieser Umstand eine Controle über die richtige Function des Apparates, welchen Siemens*) folgendermaßen beschreibt:

Der Apparat (Fig. 102 und Fig. 103) hat den Zweck, in landesüblichem Maße anzugeben, einmal: wie viel Spiritus seit einer letzten Beobachtung durch ihn geflossen ist und dann: wie viel absoluter Alkohol in diesem enthalten war.

Die erste dieser Aufgaben: die Messung und Registrirung der Quantität der durchgeführten Flüssigkeit ist in folgender Weise gelöst:

Der Spiritus tritt aus der Röhre i, Fig. 103, in den inneren cylindrischen Raum D einer dreitheiligen aus verzinntem Kupferblech hergestellten Meßtrommel B, welche um die Axe F drehbar ist. Das Zuleitungsrohr endigt in einem die Axe der Trommel ringförmig umgebenden, sie aber nicht berührenden unten offenen Gefäße, welches so eingerichtet und angebracht ist, daß es die

*) Polyt. Journ. 187, 295.

Trommel nicht durch Reibung zurückhält und das Niveau der Flüssigkeit in D ruhig erhält.

Die drei Fächer I, II, III sind durch radial-stehende Zwischenwände gebildet und fassen genau ein bestimmtes Flüssigkeitsmaß, z. B. 4 l jedes. Sie stehen

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

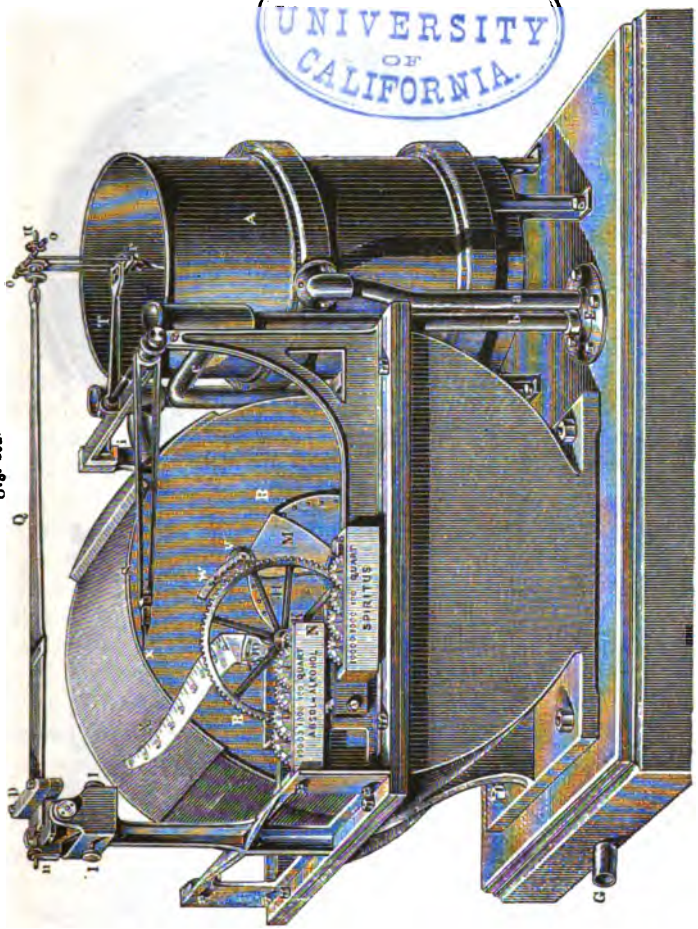


Fig. 102. Ansicht eines Alkohol-Meßapparats. Construction Siemens.

durch drei schmale zur Axe F parallele Schlitze r_1 r_2 r_3 mit dem cylindrischen Raume D in Verbindung. Durch drei flache Canäle, welche in ähnlichen Schlitzen s_1 s_2 s_3 enden, münden sie nach außen. Die drei Röhrchen p_1 p_2 p_3 dienen zur Abführung der Luft aus dem sich füllenden Fach. Da sie immer das Niveau in D überragen, so kann kein Spiritus durch sie entströmen.

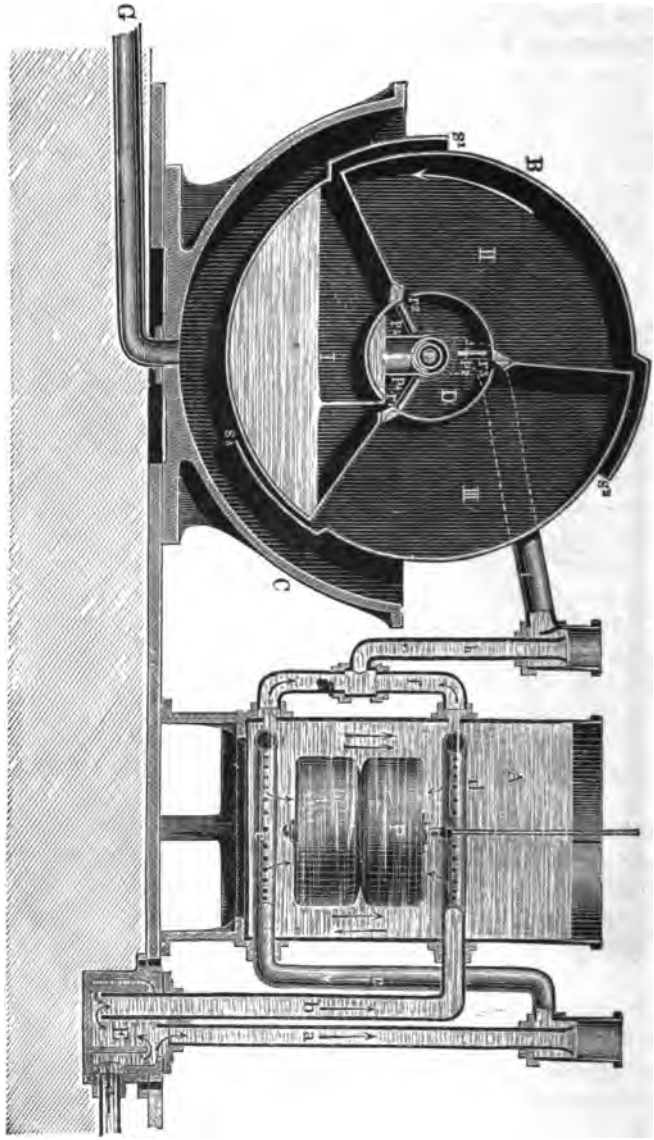


Fig. 103.

Durchschnitt eines Alkohol-Rectapparats. Construction Siemens.

Bei der Stellung, welche die Figur zeigt, fließt Spiritus durch den Schlitz r_1 in das Fach I. Da die Mitte des Faches ungefähr unter der Drehaxe der Trommel liegt, so wird dieselbe durch allmälige Füllung des Faches nicht wesentlich gedreht. Gegen Ende der Füllung, wenn der Schlitz r_1 den zuströmenden Spiritus nicht mehr abzuführen vermag, hebt sich das Niveau im Cylinder D. Kurz nachdem die letzte Luftblase aus Fach I durch das Rohr p_1 entwichen, Fach I also vollständig gefüllt ist, erreicht es den Zuflußschlitz r_2 des nächsten Faches. Der Spiritus fließt nun in dieses ein und bewirkt so ein seitliches Uebergewicht, durch welches eine Drehung der Trommel in der Richtung des Pfeiles hervorgebracht wird. Bei dieser Drehung geht der Schlitz r_2 und mit diesem das Niveau im Cylinder D nieder, der Zuflußschlitz des einen Faches dagegen steigt und wird hierdurch über das Niveau in D gehoben. Beginnt nun die Entleerung des vollen Faches I durch den sich senkenden Ausflußcanal s_1, so kann durch r_1 nur Luft für den ausfließenden Spiritus eintreten und aller während der Entleerung von Fach I in D einlaufende Spiritus muß in das nächste Fach II abfließen. Die Messung ist daher ganz unabhängig von der Geschwindigkeit, mit welcher der Spiritus einströmt, sowie von der Größe der Reibung im Axenlager. Da der Ausfluß durch s_1 eine Verminderung des Gewichtes auf der entgegengesetzten Seite der Trommel zur Folge hat, so beschleunigt er seinerseits die Drehung derselben. Die Entleerung des gefüllten Faches erfolgt also, nachdem sie einmal begonnen hat, schnell und kräftig; sie bringt das folgende Fach II an die Stelle des ersteren und es erneuert sich mit diesem dasselbe Spiel. Die Function der Trommel entspricht hiernach einem wiederholten getrennten Füllen und Wiederentleeren einer weiten Meßflasche mit engem Halse. Die kräftige sprungweise Bewegung der Trommel kann unbeschadet der genauen Messung zu einer Arbeit, wie zum Ueberwinden von Reibungen und zum Treiben von Zählwerken benutzt werden.

Ein an der Vorderseite des Apparates angebrachtes Zählwerk (Fig. 102) wird durch ein auf die Axe F der Trommel aufgesetztes Getriebe bewegt und zählt direct das Quantum des durchgelaufenen Spiritus in Einheiten des gewählten Maßes. Die zweite Aufgabe des Apparates, die Messung und Registrirung der Quantität des absoluten Alkoholes, welcher in dem durch den Apparat geflossenen Spiritus enthalten war, ist dadurch gelöst, daß die Bewegung eines zweiten von der Trommel getriebenen Zählwerkes durch die jedesmalige Stellung eines zweckmäßig construirten Alkoholometers derartig begrenzt wird, daß es diese Quantität genau angiebt.

Das Alkoholometer besteht aus einem von dem durchfließenden Spiritus umgebenen in dem Behälter A befindlichen, an der Feder Q aufgehängten Körper P, von unten zu beschreibender Einrichtung. Derselbe verliert durch das Eintauchen mehr oder weniger von seinem Gewichte, je nachdem in dem Gefäße A Spiritus von geringerem oder größerem Alkoholgehalt sich befindet, wird also die Feder Q verschieden stark durchbiegen und dementsprechend eine höhere oder tiefere Stellung einnehmen. Diese Bewegung theilt sich durch die Stange r und

den Hebel T dem um die Axe y drehbaren Zeiger S in der Weise mit, daß dessen Spitze X durch höheren oder tieferen Stand einen stärkeren oder schwächeren Spiritus im Gefäße A. anzeigt.

Auf der Axe der Trommel ist außer dem Getriebe, welches den Spirituszähler treibt, noch die runde Scheibe M befestigt. Diese hat drei tiefe Ausschnitte, in deren einem der mit der Rolle v auf ihrer Peripherie aufliegende, um m drehbare Hebel H jedesmal einfällt, wenn sich die Trommel be Entleerung eines Faches um 120° dreht, jedoch nur um sofort wieder von dem nächsten stehen gebliebenen Theil der Scheibe M auf die ursprüngliche Höhe gehoben zu werden. Bei dieser aufsteigenden Bewegung nimmt der Hebel durch einen der sechs bei w an ihm befestigten Sperrhaken das fein gezähnte Rad R mit, welches sammt dem an ihm befestigten Getriebe K auf die Axe des Hebels H drehbar aufgezogen ist. Dieses Getriebe überträgt die Drehung des Rades R in geeigneter Weise auf das Zählwerk N. Beim Niederfallen des Hebels H ist das Rad R durch ein zweites Sperrhakensystem, das hinter dem Spirituszählwerke festliegt, vor rückgängiger Bewegung geschützt.

Offenbar dreht sich nun das Rad R um so mehr, je größer die Hubhöhe des Hebels H ist, d. h. je tiefer er in die Einschnitte der Scheibe M einfällt. Die Folge davon ist, daß auch das Zählwerk N in demselben Verhältnisse mehr zählt. Die Tiefe dieses Einfallens wird aber jedesmal begrenzt durch Anschlagen der mit dem Hebel H fest verbundenen Curve X an die erwähnte Spitze x des Alkoholometerzeigers.

Durch eine passende Form der Curve X kann man daher dem Alkoholzähler eine von der Stellung des Zeigers x, mithin von dem specifischen Gewichte der durchfließenden Flüssigkeit abhängige derartige Drehung ertheilen, daß die Angaben dieses Zählers dem Gehalte an absolutem Alkohol genau entsprechen. Zu dem Ende muß die Curve X so construirt werden, daß bei einer bestimmten Stellung des Zeigers x — also bei einer bestimmten Stärke des durchfließenden Spiritus — das Zählwerk N jedesmal genau um so viel vorrückt, als absoluter Alkohol in dem Spiritus des Faches enthalten war.

Um dies zu erzielen, ist erforderlich, daß das Alkoholometer in jedem Moment das richtige mittlere specifische Gewicht des durchfließenden Alkohols anzeigt. Würde der Spiritus mit Hülfe gewöhnlicher Zu- und Abflußröhren durch das Gefäß A geführt, so wäre es unvermeidlich, daß er sich bei dem wechselnden Gehalte in Schichten von verschiedenem specifischen Gewichte ablagerte. Der Schwimmkörper würde mithin in Spiritus von anderem specifischen Gewichte spielen, als dem wirklichen durch die Trommel fließenden entspräche. Um die hierin liegende Fehlerquelle zu beseitigen, mußte der Durchfluß des Spiritus in einer Weise geregelt werden, daß er sich im Alkoholometergefäße gleichmäßig mischt.

Zu dem Zwecke tritt derselbe zunächst in das tiefer liegende Gefäß E, welches durch zwei Röhren mit dem Gefäße A in Verbindung steht. Die eine b beginnt am Boden des kleinen Gefäßes E und endet in einem im oberen Theile des

Gefäßes A befindlichen durchlochten Ringe d, die andere beginnt am oberen Ende E, erhebt sich bis zum Niveau der Flüssigkeit im Gefäße A und mündet in einem durchlochten Ringe am Boden des letzteren. Hierdurch wird bewirkt, daß in E eintretender ärmerer, mithin schwererer Spiritus, durch das im oberen Theil des Gefäßes A mündende Rohr b, der leichtere dagegen durch das unten mündende Rohr a fortgeleitet wird. Da hierdurch die schwerere Flüssigkeit immer oberhalb, die leichtere immer unterhalb des Schwimmkörpers eintritt, so findet eine fortlaufende Mischung der neu eintretenden mit dem im Gefäße vorhandenen Spiritus statt. Der Abfluß zur Trommel geschieht durch die Röhren f g h i.

Der beschriebene Apparat würde den Alkoholgehalt nur dann richtig registriren, wenn die Temperatur des durchfließenden Spiritus constant und die bei der Alkoholmessung gebräuchliche Normaltemperatur von 15,5° C. wäre. Um seine Angaben auch für andere und für wechselnde Temperaturen richtig zu machen, mußte eine Einrichtung getroffen werden, welche die Stellung des Zeigers x unabhängig von der Temperatur des durchfließenden Spiritus macht. Es ist dies dadurch bewirkt, daß der Schwimmkörper P aus ganz dünnem Blech gefertigt und mit Spiritus luftfrei gefüllt ist. Da der Schwimmer eine Form hat, welche die ungehinderte Ausdehnung der eingeschlossenen Flüssigkeit gestattet, so erleidet derselbe im Mittel durch Temperaturveränderungen dieselben Volum-Veränderungen, wie der umgebende Spiritus, seine Stellung und die des Zeigers x wird daher unabhängig von der Temperatur derselben. Bei richtiger Wahl des Ausdehnungscoefficienten der Füllungsflüssigkeit kann man durch eine entsprechende Uebercompensation der Temperatur auch noch die in Folge der veränderten Temperatur unrichtige Volummessung der Trommel bei den Angaben des Alkoholzählers corrigiren.

Der Apparat vermindert dann einen nicht unbedeutenden Fehler der Alkoholbestimmung, den man in der Praxis bisher zu vernachlässigen pflegte. Derselbe besteht darin, daß man ein bei gerade obwaltender, von der Normaltemperatur abweichender Temperatur gemessenes Volum später der Alkoholbestimmung zu Grunde legt. Die Größe dieses Fehlers zeigt sich an folgendem Beispiele: Gesetzt, man habe bei einer Temperatur von 5° ein Spiritusvolum von 100 l gemessen, so würde sich dieses Volumen durch die Erhöhung auf die Normaltemperatur um 0,01 also auf 101 l vergrößern. Fände man durch das Alkoholometer nach Anbringung der Temperatur-Correction für diese Beobachtung 80° Alkoholgehalt, so entspräche dieses 80 l nach gewöhnlicher Messung. In Wirklichkeit sind aber $\frac{80}{100} \cdot 101 = 80{,}8$ l, bei der Normaltemperatur gemessen, darin enthalten. Der Apparat vermeidet diesen Fehler, wie schon erwähnt, durch Uebercompensation der Temperatur. Die Richtigkeit der Angaben des Alkoholometers kann jederzeit leicht durch das Einstehen des Zeigers x auf der Scala der Curve X controllirt werden, indem man das Alkoholometergefäß H mit Spiritus von bekanntem Gehalt und bestimmter Temperatur füllt. Um aber dieser Arbeit

überhoben zu sein, sind dem Apparate genau abgeglichene Gewichte beigegeben, die den Gewichten des Schwimmkörpers im Spiritus von verschiederen Stärken entsprechen. Dieselben werden nach Abnahme des Körpers statt seiner an die Feder bei o (paarweise an beiden Seiten) aufgehängt und müssen dann den Zeiger x genau auf den entsprechenden Strich der Scala der Curve einstellen. Sollten sich hierin Differenzen zeigen, so können dieselben leicht durch Correctur der Feder mittelst Drehung der Schrauben l und n corrigirt und die Uebereinstimmung der Scala mit den, auf den betreffenden Gewichten eingeschlagenen Percentgehalten dadurch hergestellt werden. Die Schrauben l corrigiren die Feder in ihrer Richtung; eine Drehung der Mutter n, welche nach Lösung der Klemmschrauben p stattfinden kann, verändert die Länge der Feder. Durch eine entsprechende Drehung der Doppelmutter u, an welcher der Körper P in einer Schneide hängt, muß diese jedoch stets wieder in die ursprüngliche Lage zum Hebelende v gebracht werden.

XV. Die Deſtillirapparate.

Während man in unſerer Zeit in der Vervollkommnung des Baues von Deſtillirapparaten ſo weit vorgeſchritten iſt, daß es vollſtändig automatiſch arbeitende Apparate giebt, d. h. ſolche, bei welchen ſich die Regulirung des Dampf-, Waſſer- und Maiſchezufluſſes unabhängig von dem Arbeiter vollzieht, war vor noch nicht ſehr langer Zeit der einfachſt gebaute Deſtillirapparat in Deutſchland allgemein im Gebrauche, und findet man denſelben noch an manchen Orten zur Darſtellung gewiſſer Obſtbranntweine in Hausbrennereien angewendet. Die lange Zeit, welche erforderlich war, um auf einem Apparate von ſolch' primitiver Einrichtung durch wiederholtes Rectificiren des Deſtillates endlich Spiritus von größerem Percentgehalt zu erzielen und der bedeutende Aufwand an Brennmaterial, welcher hierfür nothwendig, machte die Deſtillation mit einem ſolchen Apparate zu einer ſehr koſtſpieligen Sache.

Durch die Einführung der Vorwärmer wurden zwar die Heizungskoſten um beiläufig ein Viertel vermindert, doch wurde erſt durch die Einführung des rectificirend wirkenden Apparates von Piſtorius das Ziel erreicht, durch einmalige directe Deſtillation ſogleich hochpercentigen Spiritus zu erzielen. Während in Deutſchland dieſer Apparat große Verbreitung fand und auch für Dampfheizung eingerichtet wurde, arbeitete man in Frankreich beſonders dahin, den Deſtillirapparaten eine ſolche Einrichtung zu geben, daß ſie continuirlich wirken, das heißt, daß der Zufluß der Maiſche in den Apparat, das Abdeſtilliren derſelben und das Abfließen der entgeiſteten Maiſche oder Schlämpe ohne Unterbrechung im Betriebe des Apparates vor ſich geht.

Wenn wir daher von den zahlreichen Modificationen abſehen, in welche man die Apparate ausgeführt hat, z. B. die Anwendung hölzerner Gefäße bei der Dampfdeſtillation oder die Einführung der Wechſelapparate — Modificationen, welche in der Praxis nie dauernd Boden faßten, können wir alle Deſtillirapparate in drei Gruppen theilen und zwar:

1. Einfache Destillirapparate ohne jede Vorrichtung zur Verstärkung des Alkoholgehaltes, höchstens mit einem Vorwärmer versehen: gewöhnliche Branntweinblase.

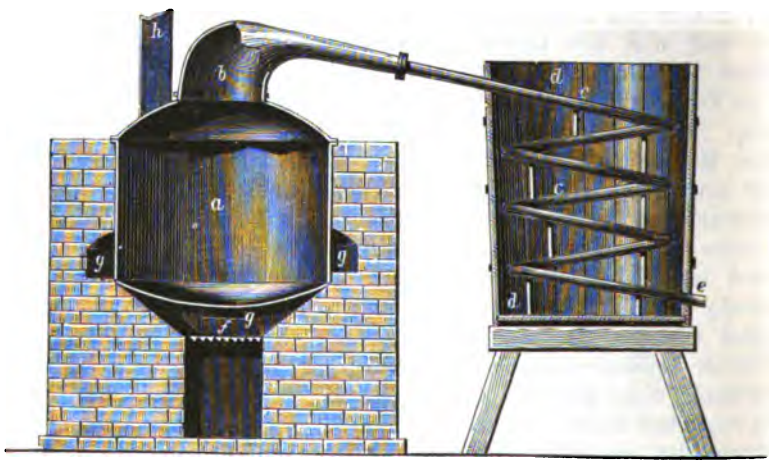
2. Complicirte Destillirapparate mit Vorrichtungen zur Dephlegmation und Rectification, für directe oder Dampfheizung eingerichtet und hochpercentigen Spiritus ergebend, aber mit Unterbrechung arbeitend: Pistorius'scher Apparat, Gall's Wechselapparat u. s. w.

3. Continuirliche Destillirapparate, mit säulenförmig über einander gestellten Rectificatoren, sogenannte Colonnenapparate: Derosne'scher, Savalle'scher Apparat, die Apparate von Siemens, Ilge u. s. w.

Der einfache Destillirapparat.

Dieser Apparat, durch Fig. 104 in jener Form dargestellt, in welcher er früher allgemein aus Kupfer angefertigt wurde, besteht aus dem Kessel oder der Blase a, welche in einen mit Feuerzügen g versehenen Ofen eingemauert ist,

Fig. 104.



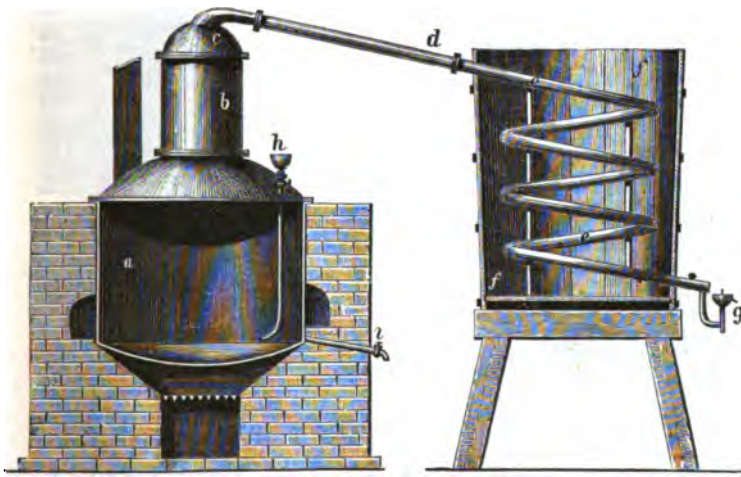
Einfachster Branntwein-Destillirapparat.

aus dem auf der Blase sitzenden Helm b, dessen Rohr, das Helmrohr, in das zu einer Spirale gewundene Kühlrohr c überging, welches im Kühlfasse d lag. Um das Festbrennen der Maische am Boden der Blase zu verhindern, wurde der Helm erst aufgesetzt, nachdem die Maische unter fortwährendem Umrühren beinahe zum Kochen erhitzt war, und dann durch Verstärken des Feuers auf dem Roste f das Sieden herbeigeführt; war letzteres einmal eingetreten, so war in

Folge der heftigen Bewegung der Flüſſigkeit das Anbrennen der Maiſche nicht mehr zu befürchten.

Bei den Apparaten von dieſer primitiven Conſtruction war es nur bei ſehr vorſichtiger Regulirung des Feuers möglich, das Ueberſpritzen von Flüſſigkeit aus der Blaſe in den Helm hintanzuhalten; man wendete daher, namentlich wenn der Apparat zur Rectification der erſtgewonnenen Deſtillate dienen ſollte, einen cylindriſchen Aufſatz oder Dom, b Fig. 105, an, welcher oben durch eine Halbkugel, die mit dem Kühlrohre e in Verbindung ſtand, abgeſchloſſen wurde.

Fig. 105.



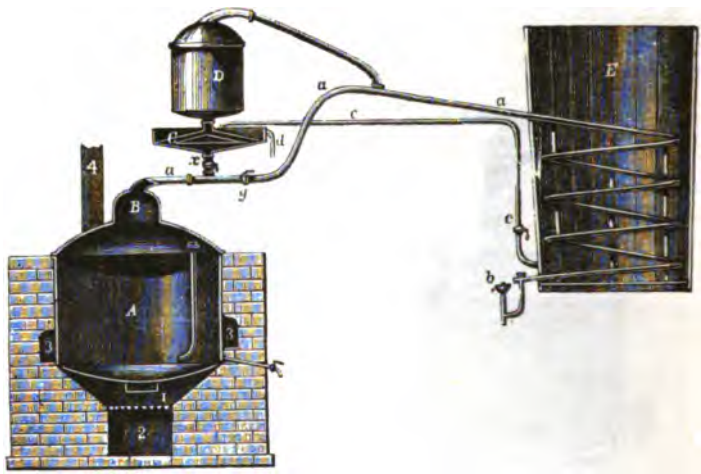
Einfacher Deſtillirapparat mit Helmaufſatz.

Bei etwas vervollkommneten derartigen Apparaten brachte man in der Blaſe ein mit einer am Boden hinſchleifenden Kette verſehenes Rührwerk und an der tiefſten Stelle der Blaſe ein Ablaßrohr für die entgeiſtete Maiſche an; war nebſtdem ein Vorwärmer vorhanden, ſo konnte die Deſtillirblaſe raſch entleert und mit der vorgewärmten Maiſche neu beſchickt werden, was große Erſparniß an Zeit und Brennmaterial gewährte. Die Rectification des ſchwachen Spiritus wurde in Apparaten von derſelben Conſtruction vorgenommen.

Ein Apparat, welcher gleichzeitig zur Gewinnung eines ſtärkeren Weingeiſtes oder zur Entfuſelung des Deſtillates verwendet werden konnte, iſt in Fig. 106 abgebildet. Die aus der Blaſe A durch den Helm B entweichenden Dämpfe gelangten durch a und x in das Dephlegmationsbecken C und aus demſelben in den Cylinder D. Letzterer war mit Holzkohle gefüllt und hielt dieſe einen Theil der mit den Alkoholdämpfen übergehenden Fuſelöle zurück; die entfuſelten Alkoholdämpfe gingen dann durch a nach dem Kühlfaſſe E. Das von letzterem

abzweigende Rohr c schaffte Wasser auf das Dephlegmationsbecken und wurde das erwärmte Wasser von letzterem durch d abgeführt. Sollte der Apparat blos als einfacher Destillirapparat verwendet werden, so konnte man durch Schließen des Hahnes x das Dephlegmirbecken und den Kohlencylinder ausschalten und durch Oeffnen von y die Dämpfe direct aus dem Helme in das Kühlrohr treten lassen.

Fig. 106.



Destillir- und Rectificirapparat alter Construction.

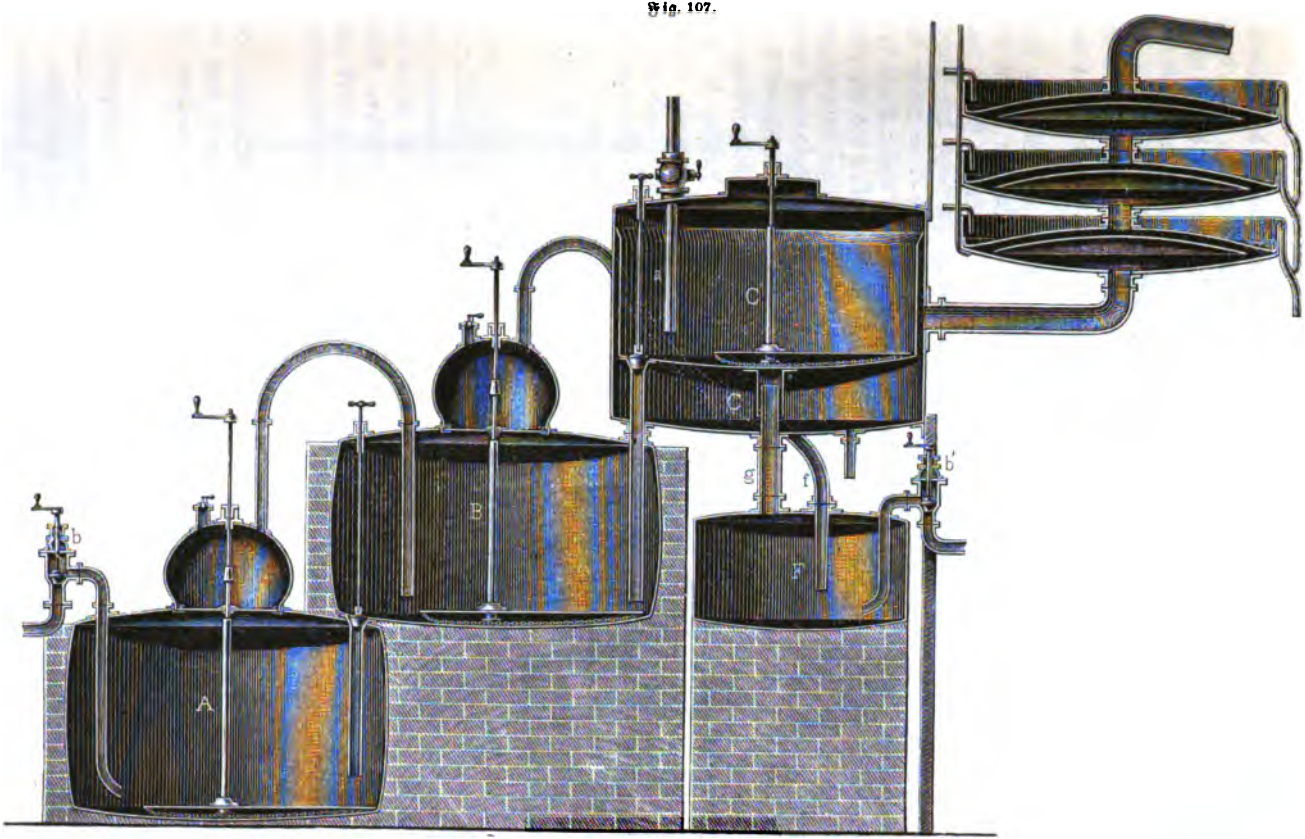
Der Pistorius'sche Destillirapparat.

Wir können uns mit Außerachtlassung aller weiteren Verbesserungen der einfachen Destillirapparate, namentlich jener, welche blos mit dephlegmirend wirkenden Gefäßen versehen waren, unmittelbar dem von Pistorius construirten Apparate zuwenden, indem derselbe schon allen jenen Bedingungen entspricht, welche der Apparat erfüllen muß, um das auf die Maische übertragene Wärmequantum möglichst vollständig auszunützen, so daß — namentlich bei der Einrichtung für Dampfdestillation — der Pistorius'sche Apparat ein solcher ist, welcher noch gegenwärtig mit Vortheil angewendet werden kann. Fig. 107 zeigt die Einrichtung eines Dampf-Destillirapparates nach der Construction von Pistorius*).

Derselbe besteht aus folgenden Haupttheilen: Aus den zwei Destillirblasen A und B, der sogenannten Niederschlagsblase F, dem Rectificator C, dem Vorwärmer c^1, dem Pistorius'schen Rectificationsbecken; Nebentheile, wie Probehähne und Kühlvorrichtungen, sind auf dieser Abbildung, welche nur das Princip der Pistorius-Apparate versinnlichen soll, nicht angegeben. Der Betrieb eines solchen Apparates ist nun folgender:

*) Nach Trommer's Lehrbuch der Spiritusfabrikation.

Fig. 107.



Pistorius'scher Destillirapparat.

Der Vorwärmer C wird durch Oeffnen des Hahnes an dem mit dem Maischbehälter angebrachten Rohre a mit abzudestillirender Maische gefüllt, diese durch Heben des am Boden des Vorwärmers vorhandenen Ventiles nach der Blase B und aus dieser nach der Blase A abgelassen; C wird ein zweites Mal gefüllt und sein Inhalt nach B geschafft, worauf man C zum dritten Mal füllt. Ist der Apparat einmal in Gang, so rückt, nachdem die entgeistete Schlämpe aus A abgelassen wurde, der Inhalt von C regelmäßig nach B und jener von B nach A vor.

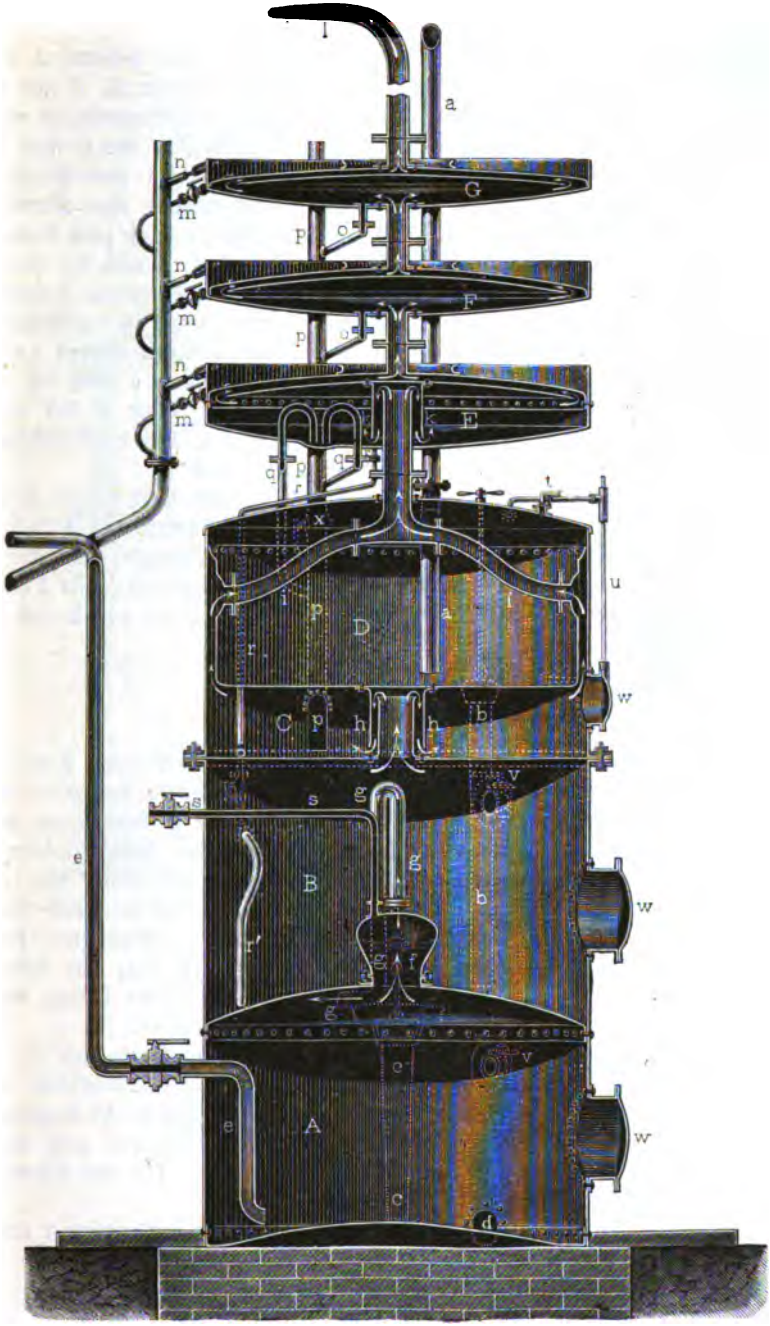
Durch Oeffnen des Dampfventils b wird der Inhalt der Blase A zum Sieden gebracht und werden die Dämpfe durch das fast bis auf den Boden von B reichende Rohr in die in B befindliche Maische geleitet, in welcher sie sich verdichten, bis auch endlich in dieser Blase die Temperatur so hoch steigt, daß Sieden eintritt. Die Alkoholdämpfe gelangen nach der Niederschlagblase F, in welche das während der Destillation geschlossene Dampfrohr b^1 mündet; in dieser Blase verdichten sich die Dämpfe zum Theile und findet eine Dephlegmation des Spiritus und gleichzeitig eine Reinigung desselben statt, indem die schwer flüchtigen Fuselöle zum großen Theile in dieser Blase zurückbleiben. — Indem der Alkoholdampf durch das Rohr g nach aufwärts in den Rectificationsraum C tritt, wird er zum Theile in Folge der Berührung mit der kalten Wandung des Maische-Vorwärmers dephlegmirt und sammelt sich Flüssigkeit in C an; sobald dieselbe so hoch gestiegen ist, daß sie die Mündung der über g gestülpten Kappe verschließt, müssen die nunmehr nachfolgenden Dämpfe durch diese Flüssigkeit streichen und wirken rectificirend auf dieselbe ein; schließlich treten die Dämpfe in die Pistorius'schen Becken, die in letzteren verdichteten Antheile der Dämpfe fließen nach C zurück und gelangen die Dämpfe endlich in einem Kühlapparat, in welchem sie sich zu starkem, mindestens 80 percentigen Spiritus verdichten.

Nachdem die Destillation in den beiden Blasen A und B beendet ist, findet sich in dem Rectificator C eine ziemlich alkoholarme, aber dafür an Fuselölen um so reichere Flüssigkeit vor. Um aus dieser noch den Alkohol zu gewinnen, läßt man sie durch Oeffnen eines Hahnes nach der Niederschlagsblase F ab, öffnet den Dampfhahn b^1 und destillirt den Alkohol ab, worauf die in F enthaltene, durch ihren Fuselölgehalt sehr unangenehm riechende Flüssigkeit abgelassen wird und die Blase A mit vorgewärmter Maische aus C, die Blase B und der Vorwärmer C^1 mit kalter Maische neu beschickt werden.

Es bestehen auch Abänderungen in der Construction dieses Apparates, die dahin zielen, den Raum, welchen derselbe einnimmt, zu verringern, und die einzelnen Theile des Apparates in zweckmäßiger Anwendung mit einander zu verbinden.

Anstatt die Blasen und den Maische-Vorwärmer *neben* einander aufzustellen, bringt man sie *über* einander und erhält auf diese Weise Apparate von Säulenform, welche nur wenig Raum einnehmen; in Bezug auf das wesentliche der Construction gleichen diese säulenförmigen Apparate auch den eben beschriebenen.

Fig. 108.



Pistorius'scher Apparat in Säulenform.

Fig. 108*) giebt die Abbildung eines derartigen Apparates und bedeutet A die erste, B die zweite Blase, C den Rectificator, D den Vorwärmer, E, F und G die Rectificationsbecken. Das Rohr a dient zum Füllen des Vorwärmers mit Maische aus dem Vorrathsbehälter, b zum Ablassen der Maische aus D nach B und c zum Ablassen des Inhalts von B nach A, das Rohr d zum Ablassen der entgeisteten Schlämpe. Durch das Rohr e tritt directer oder Retourdampf aus der Fabriksmaschine nach A, bringt den Inhalt dieser Blase zum Sieden und entweichen die Dämpfe durch den Helm f und das Rohr g nach der Blase B, von da durch h nach dem Rectificator C und aus diesem durch das Doppelrohr i i nach den Rectificationsbecken E, F und G und durch l in den Kühler.

Durch die Röhren m m m kann das Wasser der Becken, durch die Röhren n n n das Kühlwasser derselben abgelassen werden; durch die Röhren o o wird die in den Becken F und G sich ansammelnde Flüssigkeit nach dem Rohre p und aus diesem nach dem Rectificator C oder durch q nach E geführt. Hat die Flüssigkeit in E eine hinreichende Höhe erreicht, so tritt sie durch q nach p.

Das Rohr r dient zur Entleerung von E nach C, das Rohr r_1 zur Entleerung von C nach B. Das Rohr s dient dazu, um die Dämpfe aus A in ein kleines Kühlfaß zu führen, um die daselbst verdichtete Flüssigkeit auf ihren Alkoholgehalt prüfen zu können. Der Vorwärmer ist mit dem Luftventile t versehen, ist der Niveauzeiger des Vorwärmers v v, die Luftventile von B und A wo sind Mannlöcher.

Der Siemens'sche Apparat.

Ein durch seine ganz eigenthümliche Einrichtung bemerkenswerther Apparat ist jener, welcher unter dem Namen des Siemens'schen hölzernen Apparates bekannt ist; in diesem Apparate sind eigentlich alle Principien in Anwendung gebracht, welche bei Destillirapparaten verschiedener Construction benutzt werden; wir finden zwei Blasen und einen Vorwärmer übereinander aufgestellt, wie bei dem neueren Pistoriusapparate, und schließt sich an diese Bestandtheile noch eine Rectificircolonne und ein Dephlegmator. Die Blasen und der Vorwärmer des Apparates bestehen aus Cylindern, deren Mantelflächen aus Holz und deren Böden aus Gußeisen angefertigt sind; die Wahl dieser Materialen bedingt den wesentlichen Vortheil, daß der ganze Apparat billig herzustellen ist.

Die Abbildung Fig. 109 giebt die äußere Ansicht des Apparates und ist A die untere, B die obere Blase, C der Vorwärmer, D die Rectificationssäule, E und F Dephlegmatoren, G der Condensator, in welchem ein Spiralrohr eingesetzt ist, J der Behälter für kaltes Wasser. Die Abbildung Fig. 111 zeigt den Apparat im Durchschnitte und dienen die Figuren 110, 112, 113 zur näheren Erläuterung der Abbildung 111.

Die Maische fließt durch das Rohr a (Fig. 111) in den Vorwärmer und

*) Bolley: Chem. Technologie IV. Spiritusfabrikation. Seite 431.

Fig. 109.

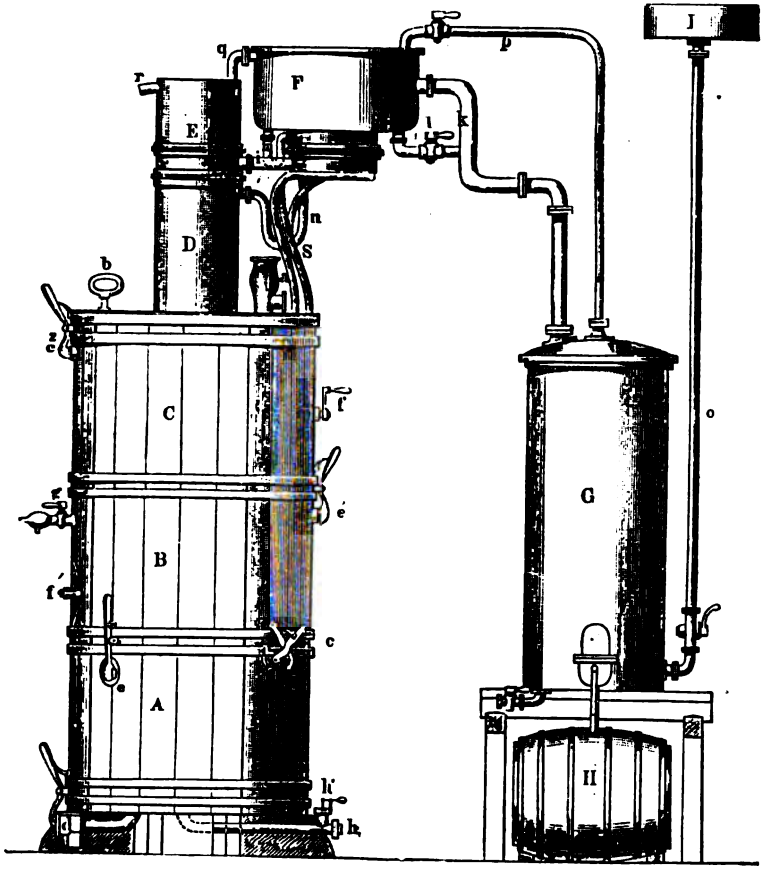
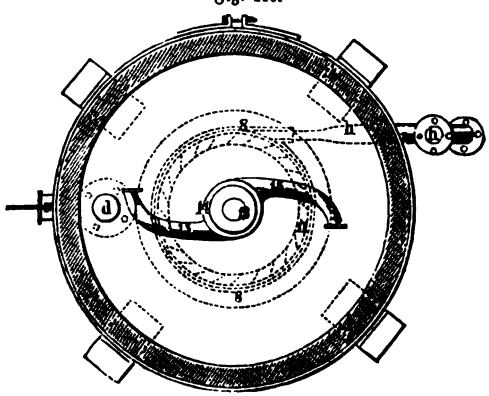


Fig. 110.



Siemens'scher Destillirapparat.

steht dieser durch eine auf eigenthümliche Weise verschließbare Oeffnung b mit der Blase B in Verbindung. Der Verschluß wird durch eine Kautschukkugel gebildet, welche durch eine 7,5 kg wiegende Eisenkugel 1 niedergedrückt wird; beide Kugeln sind an einer verticalen Stange befestigt, welche durch den oberen Boden des Vorwärmers geht, dort durch eine Kautschukkugel 3 geht, welche ihrerseits zur Dichtung der Durchgangsöffnung der Stange dient, und mit dem Hebelwerke 2 gehoben oder gesenkt werden kann. Die Oeffnung c vermittelt den Uebertritt der Maische aus B nach A und ist für gewöhnlich durch das Kautschukventil 4 von unten geschlossen. Letzteres sitzt an dem gebogenen Arme 5, welcher an der Stange 6 befestigt ist; welche in den Lagern 7 ruht. Dreht man den an 6 befestigten Hebel, so wird das Kautschukventil 4 von der Oeffnung weggeschoben und kann die Maische aus B nach A fließen. A wird durch das Ventil d entleert. e e^1 und e^2 sind durch Federn niedergehaltene mit Kautschuk belegte Platten, welche als Ventile wirken, und Luft aus- oder eintreten lassen, wenn der Apparat gefüllt oder entleert wird; f^1 f^2 f^3 sind Mannlöcher; die an der Kurbel f befestigten Flügel dienen zur Bewegung der im Vorwärmer befindlichen Maische. Das sich nach innen öffnende Kautschukventil ist dazu bestimmt, Luft in den Apparat treten zu lassen, wenn in Folge der Verdichtung des Dampfes, welcher durch b eintritt, in dem Apparate ein geringerer Druck als außen entstehen sollte.

Die Einströmung des Dampfes erfolgt in ganz origineller Weise und erläutert Fig. 110 die Art des Dampfzuflusses. Der Dampf tritt durch das sich verengende Rohr h in einen niederen Cylinder, welcher von der Bodenplatte 8 und einer anderen auf den vorspringenden Rand derselben geschraubten Platte 9 gebildet wird und trifft die Schaufeln 11 eines horizontal liegenden Schaufelrades, dessen Basis durch die runde Platte 10 gebildet wird, die auf der Drehaxe 12 sitzt; letztere erhebt sich in das Rohr 13, welches an der Seite mit Oeffnungen versehen ist, durch die Dampf austreten kann. Der Dampf versetzt durch den Stoß die ganze Vorrichtung in Drehung, das Rohr 14, welches mit der Axe fest verbunden ist, macht die Drehung mit und läßt den Dampf durch die beiden gekrümmten Rohre 15, die mit Klappen versehen sind, welche sich nach außen öffnen, in die Maische entweichen, die sich in A befindet; der Hahn 16 dient dazu, das Wasser, welches sich in den das Rad einschließenden Cylinder verdichtet, abzulassen.

Der aus A aussteigende Dampf gelangt durch das Rohr 17 nach aufwärts, strömt in dem dieses umfassende Rohr 18 nach abwärts, tritt durch die gebogenen Röhren 19 in die Maische, welch in B enthalten ist und steigen die Alkoholdämpfe durch den Kegel, welcher in den Vorwärmer eingesetzt ist, in den Rectificator.

Der Rectificator besteht aus einem Cylinder, welcher durch Querwände in vier Abtheilungen zerlegt ist; in den Boden der untersten Abtheilung sind drei bis fünf kurze Röhrenstücke angebracht, die mit Glocken bedeckt sind, so daß die aufsteigenden Dämpfe durch letztere gezwungen werden, durch die auf dem Boden befindliche Flüssigkeit zu streichen und diese zu rectificiren. In den höher

Fig. 111.

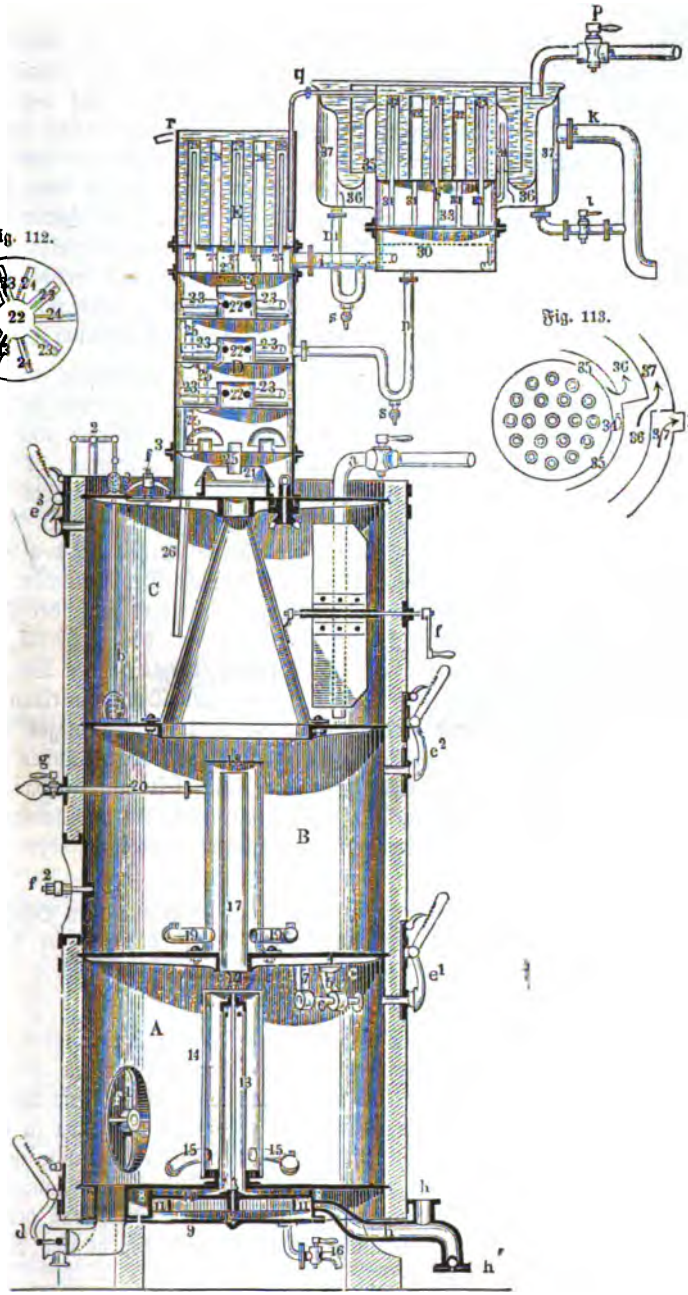


Fig. 112.

Fig. 113.

Siemens'scher Destillirapparat.

gelegenen Abtheilungen der Rectificationscolonne erfolgt die Rectification auf andere Weise: die aufsteigenden Dämpfe werden nämlich nicht unmittelbar durch die auf den Böden liegende Flüssigkeit getrieben, sondern auf letztere geblasen. Fig. 112 zeigt die Einrichtung der betreffenden Theile von oben gesehen: Die aufsteigenden Dämpfe gelangen in vier bis sieben horizontal gestellte Röhren, welche unten mit einem 2—4 cm weiten, ihrer ganzen Länge nach hinlaufenden Schlitz versehen sind, durch welche der Dampf auf die Flüssigkeit bläst, welche durch die Scheidewände 29 gleichmäßig vertheilt wird; die Flüssigkeit wird durch die Röhren 25 von einer Abtheilung zur andern geleitet und strömt endlich durch das Rohr 26 in den Vorwärmer ab. Der Rectificator läßt sich in den einzelnen Abtheilungen zerlegen und in Folge dieser Einrichtung leicht reinigen.

Der erste Dephlegmator E besitzt denselben Durchmesser wie die Rectificationscolonne; die von dem Deckel des letzteren ausgehenden Röhren 27 sind an beiden Enden offen und werden von den oben geschlossenen und von Wasser umgebenen Röhren 28 umgeben. Der durch die Röhren 27 aufsteigende Dampf muß durch die abgekühlten Röhren 28 wieder nach abwärts strömen und wird hierbei dephlegmirt; die Condensationsflüssigkeit sammelt sich in dem Raume 29 und fließt aus diesem in die oberste Abtheilung des Rectificators; der Dampf steigt durch das Rohr i in den zweiten Dephlegmator. In diesem sind in den Boden 30 die engen Röhren 31 eingesetzt und muß der Dampf durch sie in die Dephlegmirröhren 32, den Raum 33 und das Rohr 34 in die ringförmigen Dephlegmirkränze 35, 36 und 37 treten (vergleiche den Weg der Dämpfe in Fig. 113 nach den Pfeilen). Aus dem äußersten Dephlegmirkranze tritt der Dampf endlich in den Condensator. Soll ein nicht hochpercentiges Product hergestellt werden, so setzt man die Dephlegmirkränze dadurch außer Wirksamkeit, daß man den Hahn l öffnet, wo dann die Flüssigkeit unmittelbar nach k abströmt, während sie, wenn l geschlossen ist, durch m, 30 und sammt der in 32 sich sammelnden Flüssigkeit durch n in die oberste Abtheilung des Rectificators geführt wird.

Der Weg des Kühlwassers ist folgender: Es tritt aus dem Behälter J durch O in den unteren Theil des Condensators, dann durch p in der äußersten Dephlegmirkranz, umströmt die Röhren desselben, fließt durch q in den ersten Dephlegmator und läuft durch r ab.

Von dem Rohre 18 (in der Blase B) zweigt ein horizontales Rohr 20 ab, welches durch den Hahn g abgesperrt ist; letzterer trägt einen hohlen Metallkörper, in welchem sich in der Axe des Rohres eine feine offene Metallspitze befindet. Oeffnet man den Hahn g zuerst ganz, so wird alle etwa in dem Rohre g befindliche Flüssigkeit ausgespritzt; schließt man denselben dann so weit, daß nur wenig Dampf entweichen kann, und nähert der Spitze eine Flamme, so liefert das Nichtbrennen des ausströmenden Dampfes den Beweis, daß der Inhalt der unteren Blase A nur mehr aus alkoholfreier Schlämpe besteht und durch Oeffnen von d abgelassen werden kann.

Die continuirlichen Destillirapparate.

Bei jenen Destillirapparaten, welche man als continuirliche bezeichnet, kann der Betrieb ununterbrochen fortgesetzt werden, so lange noch vergohrene Maische in Vorrath ist und ist das allen derartigen Apparaten zu Grunde liegende Princip schon bei der Besprechung der Maisch- und Rectificir-Colonnen auf Seite 273 dargelegt worden. Gewöhnlich verbindet man bei diesen Apparaten eine Maisch-Colonne mit einer Rectificir-Colonne und erhält so in einer Operation aus der Maische hochpercentigen rectificirten Spiritus und vollständig entgeistigte Schlämpe. Die Ausnützung der dem Apparate in Form von Dampf zugeführten Wärme findet dadurch in vollkommenster Weise statt, daß die aus der Maischcolonne entweichenden Dämpfe durch einen Condensator streichen, in welchem sie durch von Maische umgebene Röhren (vergl. Fig. 97) strömen müssen; sie verdichten sich und tritt der Spiritus unmittelbar in die Rectificir-Colonne, indeß die vorgewärmte Maische in die Maisch-Colonne fließt.

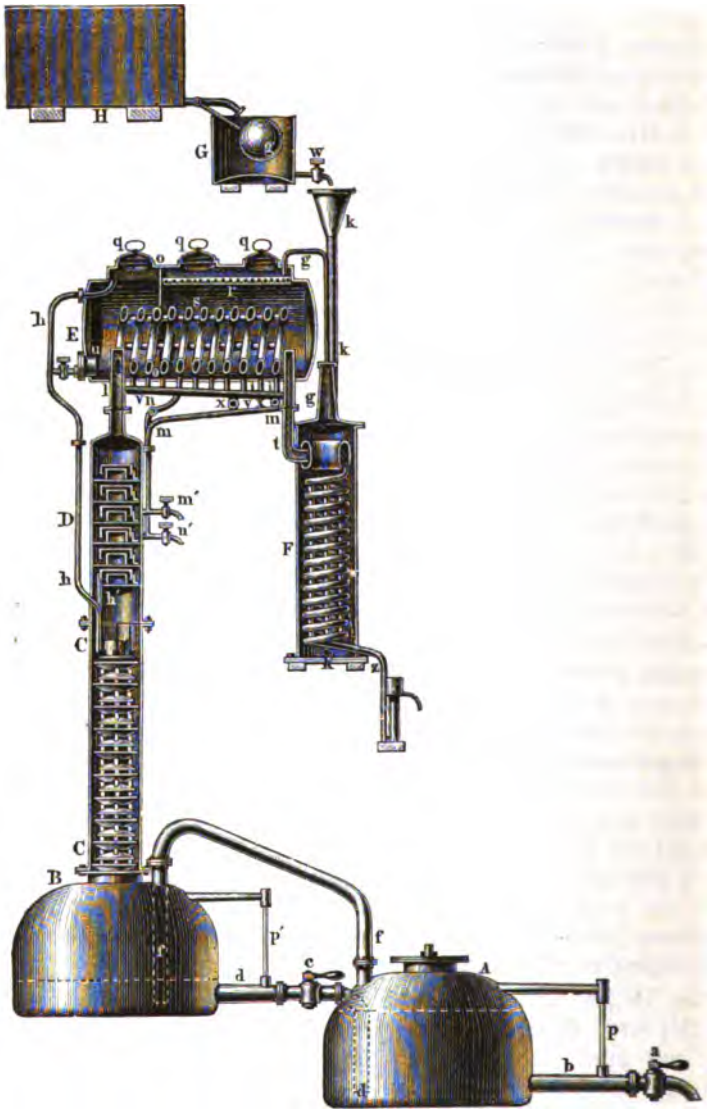
Die Colonnen-Apparate sind eine französische Erfindung und dürfte wohl der durch Derosne verbesserte Apparat von Cellier-Blumenthal der älteste aller hierher gehörigen Apparate sein. In neuerer Zeit sind in Frankreich ganz besonders wirksame Destillirapparate nach Savalle's Construction eingeführt; in Deutschland hat man die Constructionen der französischen Apparate, wie schon erwähnt, vielfach modificirt und auch zum großen Theile verbessert, so daß gewisse deutsche Colonnen-Apparate als ganz selbständige Constructionen aufgefaßt werden müssen, wie dies z. B. mit dem Ilges'schen der Fall ist.

Ein sehr großer Vortheil der continuirlichen Destillirapparate neuerer Construction liegt darin, daß sie mit Nebenapparaten versehen sind, welche es ermöglichen, den Apparat unter der Voraussetzung, daß Maische, Dampf und Kühlwasser in genügender Menge vorhanden sind, sich ganz selbständig zu überlassen und die Function des Apparates eine vollkommen regelmäßige ist. Die oben beschriebenen Savalle'schen Regulirapparate für Dampf und Wasser der Regulirapparat für den Maischezufluß von Christoph, sind Beispiele solcher automatisch wirkender Vorrichtungen. Man kann sagen, daß die continuirlichen Destillirapparate eben so erst durch Anbringung automatischer Regulirvorrichtungen zu allgemein verwendbaren Instrumenten wurden, wie es zum Beispiel die Dampfmaschine durch die Anbringung der Selbststeuerung geworden ist.

Wenn die Regulirvorrichtungen einmal richtig gestellt sind, functioniren sie gleichmäßig fort und hat man daher bei der Ingangsetzung der Apparate nur im Anfang und durch eine gewisse Zeit den Gang derselben zu beobachten und die Regulatoren einzustellen; ist dies einmal geschehen, so arbeiten die Apparate ganz selbstthätig und gleichmäßig.

Die leichte Handhabung, sowie die große Leistungsfähigkeit und die vorzügliche Wärmeausnützung der continuirlichen Apparate haben gegenwärtig zur fast

Fig. 114.



Derosne-Cellier-Blumenthal'scher Colonnen-Apparat.

ausschließlichen Anwendung dieser Apparate geführt und befindet sich zur Zeit die Frage über die beste Construction dieser Apparate in so ferne noch im Flusse, als fortwährend neue Constructionen auftauchen, welchen gewisse Vorzüge zukommen. Während man z. B. ursprünglich continuirliche Destillirapparate nur zur Destillation von Wein oder dünnflüssigen Maischen, Rüben- und Melassemaischen, dünnen Kartoffelmaischen, anwendete, hat man ihre Construction jetzt schon so geändert, daß man auch die concentrirtesten Maischen in denselben destilliren kann.

Ersparnisse an Zeit, Geld und Brennmaterial, sowie die Möglichkeit, sehr große Mengen von Maischen in sehr kurzer Zeit zu destilliren und zu rectificiren, haben den continuirlich wirkenden Destillirapparaten so vollständig den Sieg über die mit Unterbrechung arbeitenden verschafft, daß letztere schon gegenwärtig als völlig veraltet bezeichnet werden müssen.

Der Derosne-Cellier-Blumenthal'sche Colonnen-Apparat.

Dieser Apparat, in Figur 114 theilweise im Querschnitte dargestellt, ist eine Combination eines dephlegmirend wirkenden Apparates mit zwei Blasen, welche so eingerichtet sind, wie jene des Pistorius'-Apparates älterer Construction mit einer Colonne, und wurde der Apparat hauptsächlich zur Destillation von Wein, vergohrenen Rübenmaischen oder dünnen Kartoffelmaischen benutzt; für dicke Maischen war er nur in der Weise verwendbar, daß man dieselben in die zweite Blase brachte. Die Colonne CC D besteht aus zwei Theilen: aus der Destillircolonne CC (Maischcolonne der neueren Apparate) und der Rectificationscolonne D; (an den neuen Apparaten sind beide Colonnen immer getrennt, nicht auf, sondern nebeneinander vorhanden.) Ueber der Rectificationscolonne und mit dieser verbunden, befindet sich der eigenthümlich construirte Maische-Vorwärmer, welcher gleichzeitig als Dephlegmator wirkt. Wie nämlich aus der Abbildung hervorgeht, befindet sich in dem cylindrischen Gefäße E, welches als Vorwärmer dient, eine horizontal liegende Kühlschlange; an der tiefsten Stelle der Windungen dieser Schlange sind Abflußröhren angebracht, welche alle in der Schlange sich verdichtende Flüssigkeit entweder nach der Rectificationscolonne (durch die Röhren mm^1 und nn^1), oder nach dem Kühler führt, wo sie sich mit der in der vertical stehenden Kühlschlange F verdichtenden Flüssigkeit mischen kann; im ersten Falle erhält man aus dem Apparate hochgradigen Spiritus, in letzterem blos Branntwein, — eine Einrichtung, welche gegenwärtig keinen Werth mehr besitzt.

Die abzudestillirende Flüssigkeit (ursprünglich war der Apparat nur für die Destillation von Wein bestimmt) befindet sich in dem Behälter H, fließt aus diesem in das mit Schwimmer g und Hahn versehene Gefäß G, aus diesem in das am Boden des Kühlers F bei k mündende Trichterrohr kk, steigt durch gg aufwärts, füllt den Vorwärmer E und fließt, nahezu bis zum Sieden erwärmt, durch das Rohr hh auf die oberste Abtheilung der Maischcolonne CC, aus dieser endlich nach B und A. Bei den zur Destillation von Wein bestimmten

Apparaten war in dem Vorwärmer die Tröpfelvorrichtung rr angebracht und theilt eine Scheidewand o den Vorwärmer in zwei ungleich große Hälften, in deren kleinerer der zu destillirende Wein beinahe siedend wurde und so durch das Rohr hh abfloß.

Die Arbeit mit diesem Apparate wurde in der Weise begonnen, daß man die tiefer stehende Blase A bis zu $^3/_4$ und B bis zu $^1/_5$ ihrer Höhe mit der zu destillirenden Flüssigkeit füllt, ebenso wird der Kühler und der Vorwärmer so weit gefüllt, daß die Flüssigkeit in die Blase B zu fließen beginnt. Der Inhalt der Blase A wird zum Kochen gebracht, die sich bildenden Dämpfe steigen durch ff nach B und bringen endlich den Inhalt dieser Blase auch zum Kochen, gleichzeitig findet Dephlegmation der aus A kommenden Dämpfe statt.

Sobald sich in der Colonne C Dämpfe zu erheben beginnen, läßt man Anfangs in ganz schwachem Strahle Flüssigkeit aus dem Vorwärmer zufließen. Nach einiger Zeit wird aus A mittelst des Probehahnes etwas Flüssigkeit abgelassen und geprüft, ob sie frei von Alkohol ist. Ist dies der Fall, so entleert man A gänzlich und läßt den Inhalt von B, welcher durch das Zuströmen von Flüssigkeit aus dem Vorwärmer immer mehr wird, nach A fließen; sobald die Flüssigkeit daselbst vollständig von Alkohol befreit ist, läßt man die Schlämpe ablaufen, ersetzt sie durch den Inhalt von B und so fort.

Nachdem der Apparat einige Zeit in Gang ist, wird der Inhalt des Vorwärmers schon sehr heiß und verdichten sich erst Dämpfe in der Kühlschlange z; in dem Maße, als aus z reichlichere Flüssigkeitsmengen abzufließen anfangen, läßt man auch die Flüssigkeit aus dem Behälter G in stärkerem Strahle abfließen. Ist die Destillation so lange fortgesetzt worden, daß sich in dem Gefäße G keine Flüssigkeit mehr befindet, so läßt man die in E befindliche Flüssigkeit durch Oeffnen des bei u befindlichen Hahnes in die Destillir-Colonne ablaufen, die in F enthaltene Flüssigkeit wird durch ein am Boden des Kühlers befindliches Rohr abgelassen.

Der eben beschriebene Apparat hat in der Destillircolonne C, wie aus der Abbildung hervorgeht, glockenförmige Abtheilungen, über welche die Flüssigkeit herabläuft, die Rectificirvorrichtung ist ähnlich jenen Vorrichtungen beschaffen, welche man auch bei den neueren Apparaten anwendet. Wir finden in diesem Apparate alter Construction schon alle jene Vorzüge vereinigt, welche wir in den neueren Apparaten in vervollkommneter Weise vor uns haben: Der Apparat ist vollkommen continuirlich und wird in demselben die Wärme, welche die Dämpfe mit sich führen, schon in ziemlich guter Weise ausgenützt, indem eigentlich während des Betriebes theoretisch nur jenes Wärmequantum ersetzt werden muß, welches in der warmen aus A ablaufenden Flüssigkeit fortgeführt wird.

Zur Destillation einer so dünnen Flüssigkeit wie der Wein, läßt sich die Einrichtung der engen Kühl- und Leitungsröhren, wie sie der Derosne'sche Apparat zeigt, wohl anbringen, und läßt sich selbstverständlich auch ein Apparat dieser Construction zur Rectification von Rohspiritus verwenden; derselbe kann aber in der angegebenen Construction zur Destillation von Kartoffelmaischen oder dick-

flüssigerer Maischen überhaupt nicht verwendet werden, indem die Bewegung der dicken Flüssigkeit in den engen Röhren nur langsam erfolgt; man müßte den Kunstgriff anwenden, dem Rohre k k eine so bedeutende Höhe zu geben, daß der Druck der hohen Flüssigkeitssäule die Bewegung in den engen Röhren mit genügender Schnelligkeit veranlaßt.

Die wichtigste Umgestaltung, welche der älteste continuirliche Destillirapparat in den Händen der verschiedenen Constructeure erlitten hat, besteht darin, daß die weiten Gefäße, die Blasen, ganz bei Seite gelassen werden und daß man die Destillir- und Rectificir-Colonne in zwei Colonnen getrennt hat, von welchen die eine zur Destillation, die andere zur Rectification dient. Der Vortheil, welchen man hierdurch erzielt, ist ein doppelter: der Apparat braucht nicht mehr von so bedeutender Höhe hergestellt zu werden, als dies bei Anwendung einer einzigen Colonne erforderlich war, und es findet eine vollständige Trennung des Fuselöles von der Schlämpe, sowie die Gewinnung einer wasserärmeren Schlämpe statt. Es sei übrigens erwähnt, daß bei Destillirapparaten neuester Construction nicht selten wieder Maischcolonne und Rectificator zu einem Ganzen verbunden sind.

Der Destillations-Apparat von Gebrüder Siemens.

Dieser Apparat, welcher sowohl für continuirlichen als zeitweiligen Betrieb dienen kann, ist zwar ebenfalls von säulenförmiger Gestalt, aber in Bezug auf seine innere Einrichtung ganz von den anderen Colonnenapparaten abweichend; die drei Haupttheile desselben: Vorwärmer, Maischcolonne und Rectificator bestehen nämlich aus Systemen von spiralförmig um ein cylindrisches, vertical stehendes Rohr gewundener Röhren, in welchen sich Dämpfe von Alkohol mit Maische und Wasser in einander entgegengesetzten Richtungen, ähnlich wie bei den Gegenstrom-Kühlapparaten, bewegen und in welchem die Destillation, Vorwärmung und Rectification stattfindet. In Folge der röhrenförmigen Gestalt der einzelnen Hauptbestandtheile des Apparates müssen die Dämpfe und Flüssigkeiten sehr lange Wege durchlaufen und ist es hierdurch möglich, dem Apparate eine geringe Höhe zu geben und dennoch sehr bedeutende Quantitäten von Maische in kurzer Zeit auf hochpercentigen Alkohol zu verarbeiten. Eine gewiß auch als Vorzug zu bezeichnende Eigenthümlichkeit dieses Apparates liegt darin, daß derselbe ganz aus Gußeisen hergestellt wird und daher trotz der complicirten Einrichtung billiger zu stehen kommt, als die kupfernen Apparate.

Fig. 118 zeigt die äußere Ansicht des Apparates und bezeichnet A den Vorwärmer, B die Maischcolonne, C den Rectificator, S den Kühlapparat; die innere Einrichtung des Vorwärmers wird aus Fig. 115, jene der Maischcolonne aus Fig. 116 und die Construction des Rectificators aus Fig. 117 ersichtlich.

Um die Circulation der Maische vom Vorwärmer A nach der Maischcolonne B zu vermitteln (Fig. 118), ist in der Mitte beider Theile des Apparates das verticale Rohr D eingesetzt (Fig 115). Der Vorwärmer enthält in den Rohrzügen kalte Maische, in anderen Rohrzügen und dem Untersatze jedoch heiße Schlämpe; je

ein Maiſche führender Röhrenzug liegt zwiſchen zwei Röhrenzügen, in welchen heiße Schlämpe enthalten iſt und findet in Folge dieſer Einrichtung eine ſehr ſtarke Vorwärmung der Maiſche nebſt entſprechender Abkühlung der Schlämpe ſtatt, welch' letztere aus dem Rohre JK abfließt. Bezüglich des Weges der

Fig. 115.

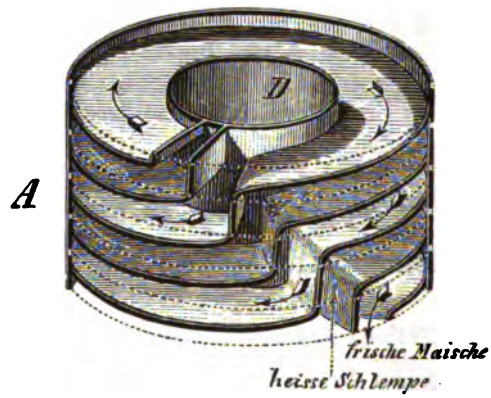
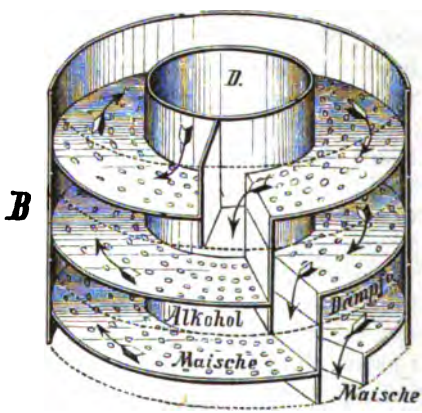


Fig. 116.

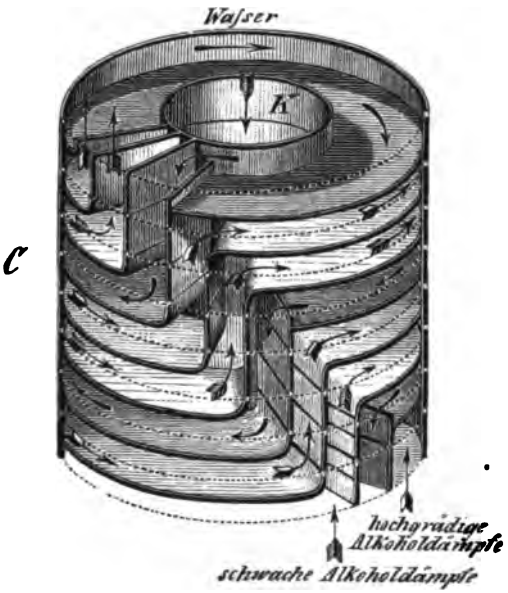


Maiſche und Schlämpe iſt zu bemerken, daß beide Flüſſigkeiten in einer Richtung in den ſchiefgeſtellten Röhrenzügen herabfließen; durch dieſe Einrichtung wird bezweckt, daß alle in der Maiſche etwa befindlichen feſten Körper beſtimmt nach unten geführt werden, wo ſie ſich in den tiefſtgelegenen Theilen von c

sammeln und zeitweilig durch eine seitlich angebrachte Oeffnung entfernt werden können.

Die bei D in den Vorwärmer tretende Maische fließt, nachdem sie die Röhrenzüge durchlaufen hat, durch eine Oeffnung in der Mantelfläche des Rohres D und steigt in diesem, bis sie bei F in die Maischcolonne B überfällt. Die Einrichtung von B ist derart, daß die zu entgeistende Maische das Centralrohr in einer aufsteigenden Spirale auf einem langen Wege umkreisen muß und die Wärme, welche durch die bei o mündende Dampfröhre in Form von Dampf ein-

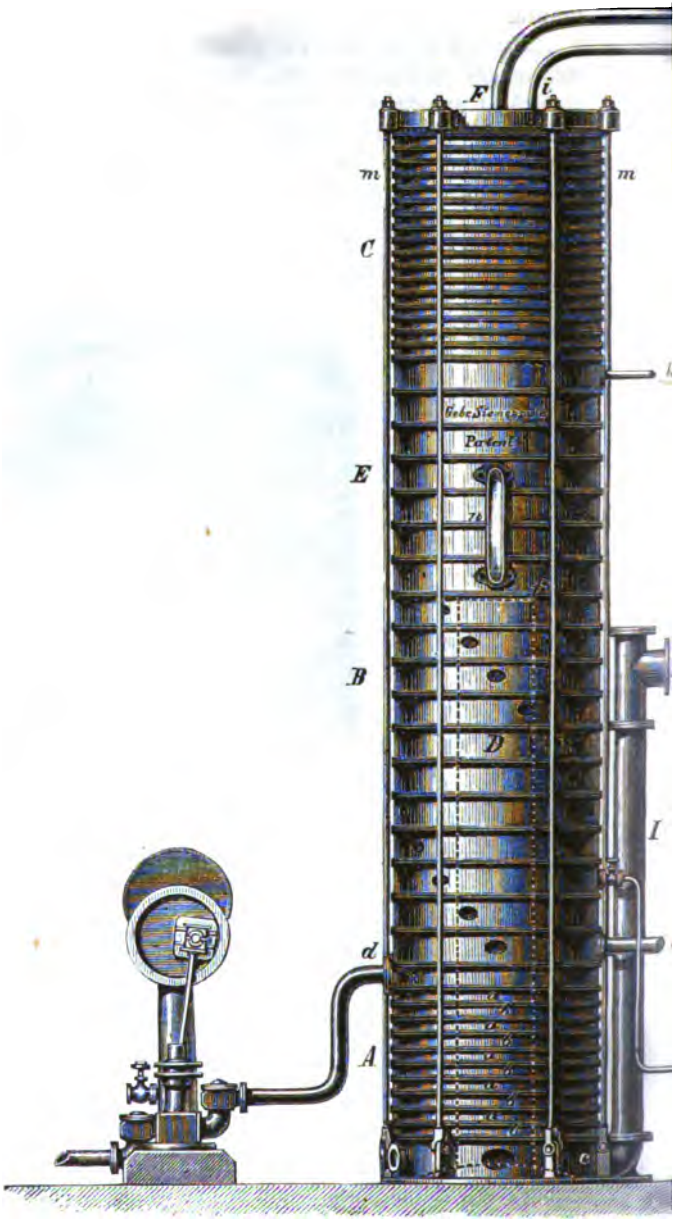
Fig. 117.



tritt, fortwährend von einer Maischepartie auf die nächst höher liegende übertragen wird. Die Bodenflächen der Röhrenzüge sind mit Oeffnungen versehen, durch welche die Dämpfe von der tieferen auf die nächst höher gelegene Bodenfläche steigen und die Maische, eben in Folge des langen Weges, völlig entgeistet wird und als stark erhitzte Schlämpe in den Vorwärmer tritt, wo ihr die Wärme durch die nachgepumpte kalte Maische in der oben angegebenen Weise entzogen wird. Die Maische wird in der Weise zugeführt, daß ihre Oberfläche über der oberen Oeffnung von D steht.

Die von der obersten Abtheilung der Maischcolonne aufsteigenden Dämpfe erfüllen den cylindrischen Raum E und gelangen aus diesem in den Rectificator C. Auch die Einrichtung dieses Theiles des Apparates besteht aus Röhrenzügen, in

ein Maiſche füh-
heiße Schläm-
ſtarke Vorw-
ſtatt, wel-



t
t
S
s
T
L. u. C. Berndt
BERLIN S. W.

steht dieser durch eine auf eigenthümliche Weise verschließbare Oeffnung b mit der Blase B in Verbindung. Der Verschluß wird durch eine Kautschukkugel gebildet, welche durch eine 7,5 kg wiegende Eisenkugel 1 niedergedrückt wird; beide Kugeln sind an einer verticalen Stange befestigt, welche durch den oberen Boden des Vorwärmers geht, dort durch eine Kautschukkugel 3 geht, welche ihrerseits zur Dichtung der Durchgangsöffnung der Stange dient, und mit dem Hebelwerke 2 gehoben oder gesenkt werden kann. Die Oeffnung c vermittelt den Uebertritt der Maische aus B nach A und ist für gewöhnlich durch das Kautschukventil 4 von unten geschlossen. Letzteres sitzt an dem gebogenen Arme 5, welcher an der Stange 6 befestigt ist; welche in den Lagern 7 ruht. Dreht man den an 6 befestigten Hebel, so wird das Kautschukventil 4 von der Oeffnung weggeschoben und kann die Maische aus B nach A fließen. A wird durch das Ventil d entleert. e e^1 und e^2 sind durch Federn niedergehaltene mit Kautschuk belegte Platten, welche als Ventile wirken, und Luft aus- oder eintreten lassen, wenn der Apparat gefüllt oder entleert wird; f^1 f^2 f^6 sind Mannlöcher; die an der Kurbel f befestigten Flügel dienen zur Bewegung der im Vorwärmer befindlichen Maische. Das sich nach innen öffnende Kautschukventil ist dazu bestimmt, Luft in den Apparat treten zu lassen, wenn in Folge der Verdichtung des Dampfes, welcher durch b eintritt, in dem Apparate ein geringerer Druck als außen entstehen sollte.

Die Einströmung des Dampfes erfolgt in ganz origineller Weise und erläutert Fig. 110 die Art des Dampfzuflusses. Der Dampf tritt durch das sich verengende Rohr h in einen niederen Cylinder, welcher von der Bodenplatte 8 und einer anderen auf den vorspringenden Rand derselben geschraubten Platte 9 gebildet wird und trifft die Schaufeln 11 eines horizontal liegenden Schaufelrades, dessen Basis durch die runde Platte 10 gebildet wird, die auf der Drehaxe 12 sitzt; letztere erhebt sich in das Rohr 13, welches an der Seite mit Oeffnungen versehen ist, durch die Dampf austreten kann. Der Dampf versetzt durch den Stoß die ganze Vorrichtung in Drehung, das Rohr 14, welches mit der Axe fest verbunden ist, macht die Drehung mit und läßt den Dampf durch die beiden gekrümmten Rohre 15, die mit Klappen versehen sind, welche sich nach außen öffnen, in die Maische entweichen, die sich in A befindet; der Hahn 16 dient dazu, das Wasser, welches sich in den das Rad einschließenden Cylinder verdichtet, abzulassen.

Der aus A aussteigende Dampf gelangt durch das Rohr 17 nach aufwärts, strömt in dem dieses umfassende Rohr 18 nach abwärts, tritt durch die gebogenen Röhren 19 in die Maische, welch in B enthalten ist und steigen die Alkoholdämpfe durch den Kegel, welcher in den Vorwärmer eingesetzt ist, in den Rectificator.

Der Rectificator besteht aus einem Cylinder, welcher durch Querwände in vier Abtheilungen zerlegt ist; in den Boden der untersten Abtheilung sind drei bis fünf kurze Röhrenstücke angebracht, die mit Glocken bedeckt sind, so daß die aufsteigenden Dämpfe durch letztere gezwungen werden, durch die auf dem Boden befindliche Flüssigkeit zu streichen und diese zu rectificiren. In den höher

Fig. 111.

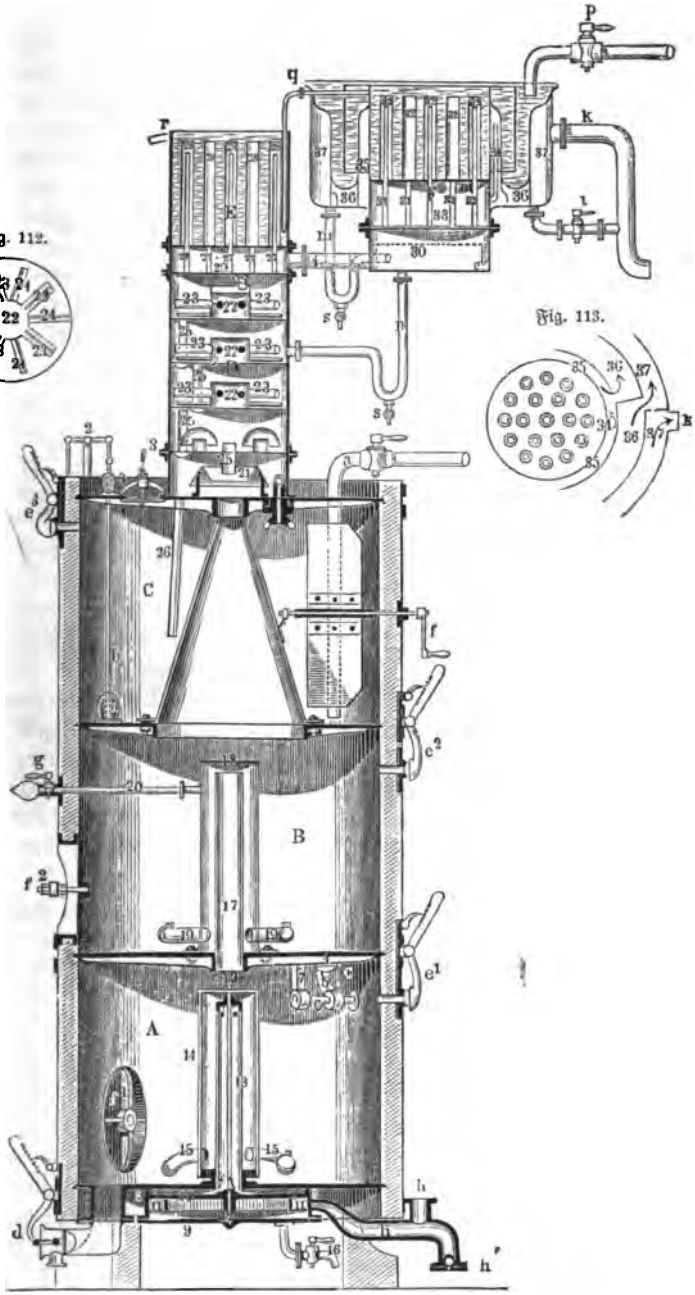


Fig. 112.

Fig. 113.

Siemens'scher Destillirapparat.

gelegenen Abtheilungen der Rectificationscolonne erfolgt die Rectification auf andere Weise: die aufsteigenden Dämpfe werden nämlich nicht unmittelbar durch die auf den Böden liegende Flüssigkeit getrieben, sondern auf letztere geblasen. Fig. 112 zeigt die Einrichtung der betreffenden Theile von oben gesehen: Die aufsteigenden Dämpfe gelangen in vier bis sieben horizontal gestellte Röhren, welche unten mit einem 2—4 cm weiten, ihrer ganzen Länge nach hinlaufenden Schlitz versehen sind, durch welche der Dampf auf die Flüssigkeit bläst, welche durch die Scheidewände 29 gleichmäßig vertheilt wird; die Flüssigkeit wird durch die Röhren 25 von einer Abtheilung zur andern geleitet und strömt endlich durch das Rohr 26 in den Vorwärmer ab. Der Rectificator läßt sich in den einzelnen Abtheilungen zerlegen und in Folge dieser Einrichtung leicht reinigen.

Der erste Dephlegmator E besitzt denselben Durchmesser wie die Rectificationscolonne; die von dem Deckel des letzteren ausgehenden Röhren 27 sind an beiden Enden offen und werden von den oben geschlossenen und von Wasser umgebenen Röhren 28 umgeben. Der durch die Röhren 27 aufsteigende Dampf muß durch die abgekühlten Röhren 28 wieder nach abwärts strömen und wird hierbei dephlegmirt; die Condensationsflüssigkeit sammelt sich in dem Raume 29 und fließt aus diesem in die oberste Abtheilung des Rectificators; der Dampf steigt durch das Rohr i in den zweiten Dephlegmator. In diesem sind in den Boden 30 die engen Röhren 31 eingesetzt und muß der Dampf durch sie in die Dephlegmirröhren 32, den Raum 33 und das Rohr 34 in die ringförmigen Dephlegmirkränze 35, 36 und 37 treten (vergleiche den Weg der Dämpfe in Fig. 113 nach den Pfeilen). Aus dem äußersten Dephlegmirkranze tritt der Dampf endlich in den Condensator. Soll ein nicht hochpercentiges Product hergestellt werden, so setzt man die Dephlegmirkränze dadurch außer Wirksamkeit, daß man den Hahn l öffnet, wo dann die Flüssigkeit unmittelbar nach k abströmt, während sie, wenn l geschlossen ist, durch m, 30 und sammt der in 32 sich sammelnden Flüssigkeit durch n in die oberste Abtheilung des Rectificators geführt wird.

Der Weg des Kühlwassers ist folgender: Es tritt aus dem Behälter J durch O in den unteren Theil des Condensators, dann durch p in der äußersten Dephlegmirkranz, umströmt die Röhren desselben, fließt durch q in den ersten Dephlegmator und läuft durch r ab.

Von dem Rohre 18 (in der Blase B) zweigt ein horizontales Rohr 20 ab, welches durch den Hahn g abgesperrt ist; letzterer trägt einen hohlen Metallkörper, in welchem sich in der Axe des Rohres eine feine offene Metallspitze befindet. Oeffnet man den Hahn g zuerst ganz, so wird alle etwa in dem Rohre g befindliche Flüssigkeit ausgespritzt; schließt man denselben dann so weit, daß nur wenig Dampf entweichen kann, und nähert der Spitze eine Flamme, so liefert das Nichtbrennen des ausströmenden Dampfes den Beweis, daß der Inhalt der unteren Blase A nur mehr aus alkoholfreier Schlämpe besteht und durch Oeffnen von d abgelassen werden kann.

Die continuirlichen Deſtillirapparate.

Bei jenen Deſtillirapparaten, welche man als continuirliche bezeichnet, kann der Betrieb ununterbrochen fortgeſetzt werden, ſo lange noch vergegohrene Maiſche in Vorrath iſt und iſt das allen derartigen Apparaten zu Grunde liegende Princip ſchon bei der Beſprechung der Maiſch- und Rectificir-Colonnen auf Seite 273 dargelegt worden. Gewöhnlich verbindet man bei dieſen Apparaten eine Maiſch-Colonne mit einer Rectificir-Colonne und erhält ſo in einer Operation aus der Maiſche hochpercentigen rectificirten Spiritus und vollſtändig entgeiſtigte Schlämpe. Die Ausnützung der dem Apparate in Form von Dampf zugeführten Wärme findet dadurch in vollkommenſter Weiſe ſtatt, daß die aus der Maiſchcolonne entweichenden Dämpfe durch einen Condenſator ſtreichen, in welchem ſie durch von Maiſche umgebene Röhren (vergl. Fig. 97) ſtrömen müſſen; ſie verdichten ſich und tritt der Spiritus unmittelbar in die Rectificir-Colonne, indeß die vorgewärmte Maiſche in die Maiſch-Colonne fließt.

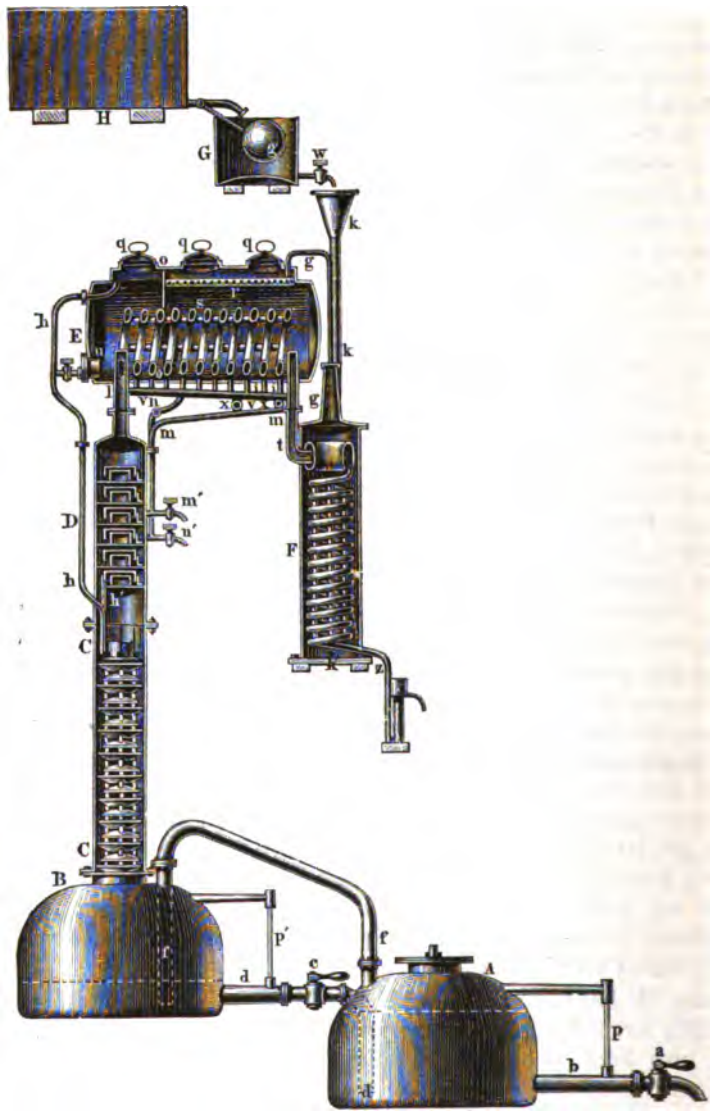
Die Colonnen-Apparate ſind eine franzöſiſche Erfindung und dürfte wohl der durch Derosne verbeſſerte Apparat von Cellier-Blumenthal der älteſte aller hierher gehörigen Apparate ſein. In neuerer Zeit ſind in Frankreich ganz beſonders wirkſame Deſtillirapparate nach Savalle's Conſtruction eingeführt; in Deutſchland hat man die Conſtructionen der franzöſiſchen Apparate, wie ſchon erwähnt, vielfach modificirt und auch zum großen Theile verbeſſert, ſo daß gewiſſe deutſche Colonnen-Apparate als ganz ſelbſtändige Conſtructionen aufgefaßt werden müſſen, wie dies z. B. mit dem Ilges'ſchen der Fall iſt.

Ein ſehr großer Vortheil der continuirlichen Deſtillirapparate neuerer Conſtruction liegt darin, daß ſie mit Nebenapparaten verſehen ſind, welche es ermöglichen, den Apparat unter der Vorausſetzung, daß Maiſche, Dampf und Kühlwaſſer in genügender Menge vorhanden ſind, ſich ganz ſelbſtändig zu überlaſſen und die Function des Apparates eine vollkommen regelmäßige iſt. Die oben beſchriebenen Savalle'ſchen Regulirapparate für Dampf und Waſſer der Regulirapparat für den Maiſchezufluß von Chriſtoph, ſind Beiſpiele ſolcher automatiſch wirkender Vorrichtungen. Man kann ſagen, daß die continuirlichen Deſtillirapparate eben ſo erſt durch Anbringung automatiſcher Regulirvorrichtungen zu allgemein verwendbaren Inſtrumenten wurden, wie es zum Beiſpiel die Dampfmaſchine durch die Anbringung der Selbſtſteuerung geworden iſt.

Wenn die Regulirvorrichtungen einmal richtig geſtellt ſind, functioniren ſie gleichmäßig fort und hat man daher bei der Ingangſetzung der Apparate nur im Anfang und durch eine gewiſſe Zeit den Gang derſelben zu beobachten und die Regulatoren einzuſtellen; iſt dies einmal geſchehen, ſo arbeiten die Apparate ganz ſelbſtthätig und gleichmäßig.

Die leichte Handhabung, ſowie die große Leiſtungsfähigkeit und die vorzügliche Wärmeausnützung der continuirlichen Apparate haben gegenwärtig zur faſt

Fig. 114.



Derosne-Cellier-Blumenthal'ſcher Colonnen-Apparat.

ausschließlichen Anwendung dieser Apparate geführt und befindet sich zur Zeit die Frage über die beste Construction dieser Apparate in so ferne noch im Flusse, als fortwährend neue Constructionen auftauchen, welchen gewisse Vorzüge zukommen. Während man z. B. ursprünglich continuirliche Destillirapparate nur zur Destillation von Wein oder dünnflüssigen Maischen, Rüben- und Melassemaischen, dünnen Kartoffelmaischen, anwendete, hat man ihre Construction jetzt schon so geändert, daß man auch die concentrirtesten Maischen in denselben destilliren kann.

Ersparnisse an Zeit, Geld und Brennmaterial, sowie die Möglichkeit, sehr große Mengen von Maischen in sehr kurzer Zeit zu destilliren und zu rectificiren, haben den continuirlich wirkenden Destillirapparaten so vollständig den Sieg über die mit Unterbrechung arbeitenden verschafft, daß letztere schon gegenwärtig als völlig veraltet bezeichnet werden müssen.

Der Derosne-Cellier-Blumenthal'sche Colonnen-Apparat.

Dieser Apparat, in Figur 114 theilweise im Querschnitte dargestellt, ist eine Combination eines dephlegmirend wirkenden Apparates mit zwei Blasen, welche so eingerichtet sind, wie jene des Pistorius'-Apparates älterer Construction mit einer Colonne, und wurde der Apparat hauptsächlich zur Destillation von Wein, vergohrenen Rübenmaischen oder dünnen Kartoffelmaischen benutzt; für dicke Maischen war er nur in der Weise verwendbar, daß man dieselben in die zweite Blase brachte. Die Colonne CC D besteht aus zwei Theilen: aus der Destillircolonne CC (Maischcolonne der neueren Apparate) und der Rectificationscolonne D; (an den neuen Apparaten sind beide Colonnen immer getrennt, nicht auf, sondern nebeneinander vorhanden.) Ueber der Rectificationscolonne und mit dieser verbunden, befindet sich der eigenthümlich construirte Maische-Vorwärmer, welcher gleichzeitig als Dephlegmator wirkt. Wie nämlich aus der Abbildung hervorgeht, befindet sich in dem cylindrischen Gefäße E, welches als Vorwärmer dient, eine horizontal liegende Kühlschlange; an der tiefsten Stelle der Windungen dieser Schlange sind Abflußröhren angebracht, welche alle in der Schlange sich verdichtende Flüssigkeit entweder nach der Rectificationscolonne (durch die Röhren mm^1 und nn^1), oder nach dem Kühler führt, wo sie sich mit der in der vertical stehenden Kühlschlange F verdichtenden Flüssigkeit mischen kann; im ersten Falle erhält man aus dem Apparate hochgradigen Spiritus, in letzterem blos Branntwein, — eine Einrichtung, welche gegenwärtig keinen Werth mehr besitzt.

Die abzudestillirende Flüssigkeit (ursprünglich war der Apparat nur für die Destillation von Wein bestimmt) befindet sich in dem Behälter H, fließt aus diesem in das mit Schwimmer g und Hahn versehene Gefäß G, aus diesem in das am Boden des Kühlers F bei k mündende Trichterrohr kk, steigt durch gg aufwärts, füllt den Vorwärmer E und fließt, nahezu bis zum Sieden erwärmt, durch das Rohr hh auf die oberste Abtheilung der Maischcolonne CC, aus dieser endlich nach B und A. Bei den zur Destillation von Wein bestimmten

Apparaten war in dem Vorwärmer die Tröpfelvorrichtung rr angebracht und theilt eine Scheidewand o den Vorwärmer in zwei ungleich große Hälften, in deren kleinerer der zu destillirende Wein beinahe siedend wurde und so durch das Rohr hh abfloß.

Die Arbeit mit diesem Apparate wurde in der Weise begonnen, daß man die tiefer stehende Blase A bis zu $^3/_4$ und B bis zu $^1/_3$ ihrer Höhe mit der zu destillirenden Flüssigkeit füllt, ebenso wird der Kühler und der Vorwärmer so weit gefüllt, daß die Flüssigkeit in die Blase B zu fließen beginnt. Der Inhalt der Blase A wird zum Kochen gebracht, die sich bildenden Dämpfe steigen durch ff nach B und bringen endlich den Inhalt dieser Blase auch zum Kochen, gleichzeitig findet Dephlegmation der aus A kommenden Dämpfe statt.

Sobald sich in der Colonne C Dämpfe zu erheben beginnen, läßt man Anfangs in ganz schwachem Strahle Flüssigkeit aus dem Vorwärmer zufließen. Nach einiger Zeit wird aus A mittelst des Probehahnes etwas Flüssigkeit abgelassen und geprüft, ob sie frei von Alkohol ist. Ist dies der Fall, so entleert man A gänzlich und läßt den Inhalt von B, welcher durch das Zuströmen von Flüssigkeit aus dem Vorwärmer immer mehr wird, nach A fließen; sobald die Flüssigkeit daselbst vollständig von Alkohol befreit ist, läßt man die Schlämpe ablaufen, ersetzt sie durch den Inhalt von B und so fort.

Nachdem der Apparat einige Zeit in Gang ist, wird der Inhalt des Vorwärmers schon sehr heiß und verdichten sich erst Dämpfe in der Kühlschlange z; in dem Maße, als aus z reichlichere Flüssigkeitsmengen abzufließen anfangen, läßt man auch die Flüssigkeit aus dem Behälter G in stärkerem Strahle abfließen. Ist die Destillation so lange fortgesetzt worden, daß sich in dem Gefäße G keine Flüssigkeit mehr befindet, so läßt man die in E befindliche Flüssigkeit durch Oeffnen des bei u befindlichen Hahnes in die Destillir-Colonne ablaufen, die in F enthaltene Flüssigkeit wird durch ein am Boden des Kühlers befindliches Rohr abgelassen.

Der eben beschriebene Apparat hat in der Destillircolonne C, wie aus der Abbildung hervorgeht, glockenförmige Abtheilungen, über welche die Flüssigkeit herabläuft, die Rectificirvorrichtung ist ähnlich jenen Vorrichtungen beschaffen, welche man auch bei den neueren Apparaten anwendet. Wir finden in diesem Apparate alter Construction schon alle jene Vorzüge vereinigt, welche wir in den neueren Apparaten in vervollkommneter Weise vor uns haben: Der Apparat ist vollkommen continuirlich und wird in demselben die Wärme, welche die Dämpfe mit sich führen, schon in ziemlich guter Weise ausgenützt, indem eigentlich während des Betriebes theoretisch nur jenes Wärmequantum ersetzt werden muß, welches in der warmen aus A ablaufenden Flüssigkeit fortgeführt wird.

Zur Destillation einer so dünnen Flüssigkeit wie der Wein, läßt sich die Einrichtung der engen Kühl- und Leitungsröhren, wie sie der Derosne'sche Apparat zeigt, wohl anbringen, und läßt sich selbstverständlich auch ein Apparat dieser Construction zur Rectification von Rohspiritus verwenden; derselbe kann aber in der angegebenen Construction zur Destillation von Kartoffelmaischen oder dick-

flüssigerer Maischen überhaupt nicht verwendet werden, indem die Bewegung der dicken Flüssigkeit in den engen Röhren nur langsam erfolgt; man müßte den Kunstgriff anwenden, dem Rohre k k eine so bedeutende Höhe zu geben, daß der Druck der hohen Flüssigkeitssäule die Bewegung in den engen Röhren mit genügender Schnelligkeit veranlaßt.

Die wichtigste Umgestaltung, welche der älteste continuirliche Destillirapparat in den Händen der verschiedenen Constructeure erlitten hat, besteht darin, daß die weiten Gefäße, die Blasen, ganz bei Seite gelassen werden und daß man die Destillir- und Rectificir-Colonne in zwei Colonnen getrennt hat, von welchen die eine zur Destillation, die andere zur Rectification dient. Der Vortheil, welchen man hierdurch erzielt, ist ein doppelter: der Apparat braucht nicht mehr von so bedeutender Höhe hergestellt zu werden, als dies bei Anwendung einer einzigen Colonne erforderlich war, und es findet eine vollständige Trennung des Fuselöles von der Schlämpe, sowie die Gewinnung einer wasserärmeren Schlämpe statt. Es sei übrigens erwähnt, daß bei Destillirapparaten neuester Construction nicht selten wieder Maischcolonne und Rectificator zu einem Ganzen verbunden sind.

Der Destillations-Apparat von Gebrüder Siemens.

Dieser Apparat, welcher sowohl für continuirlichen als zeitweiligen Betrieb dienen kann, ist zwar ebenfalls von säulenförmiger Gestalt, aber in Bezug auf seine innere Einrichtung ganz von den anderen Colonnenapparaten abweichend; die drei Haupttheile desselben: Vorwärmer, Maischcolonne und Rectificator bestehen nämlich aus Systemen von spiralförmig um ein cylindrisches, vertical stehendes Rohr gewundener Röhren, in welchen sich Dämpfe von Alkohol mit Maische und Wasser in einander entgegengesetzten Richtungen, ähnlich wie bei den Gegenstrom-Kühlapparaten, bewegen und in welchem die Destillation, Vorwärmung und Rectification stattfindet. In Folge der röhrenförmigen Gestalt der einzelnen Hauptbestandtheile des Apparates müssen die Dämpfe und Flüssigkeiten sehr lange Wege durchlaufen und ist es hierdurch möglich, dem Apparate eine geringe Höhe zu geben und dennoch sehr bedeutende Quantitäten von Maische in kurzer Zeit auf hochpercentigen Alkohol zu verarbeiten. Eine gewiß auch als Vorzug zu bezeichnende Eigenthümlichkeit dieses Apparates liegt darin, daß derselbe ganz aus Gußeisen hergestellt wird und daher trotz der complicirten Einrichtung billiger zu stehen kommt, als die kupfernen Apparate.

Fig. 118 zeigt die äußere Ansicht des Apparates und bezeichnet A den Vorwärmer, B die Maischcolonne, C den Rectificator, S den Kühlapparat; die innere Einrichtung des Vorwärmers wird aus Fig. 115, jene der Maischcolonne aus Fig. 116 und die Construction des Rectificators aus Fig. 117 ersichtlich.

Um die Circulation der Maische vom Vorwärmer A nach der Maischcolonne B zu vermitteln (Fig. 118), ist in der Mitte beider Theile des Apparates das verticale Rohr D eingesetzt (Fig 115). Der Vorwärmer enthält in den Rohrzügen kalte Maische, in anderen Rohrzügen und dem Untersatze jedoch heiße Schlämpe; je

ein Maiſche führender Röhrenzug liegt zwiſchen zwei Röhrenzügen, in welchen heiße Schlämpe enthalten iſt und findet in Folge dieſer Einrichtung eine ſehr ſtarke Vorwärmung der Maiſche nebſt entſprechender Abkühlung der Schlämpe ſtatt, welch' letztere aus dem Rohre JK abfließt. Bezüglich des Weges der

Fig. 115.

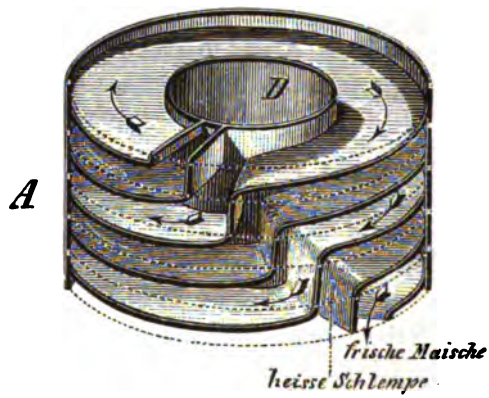
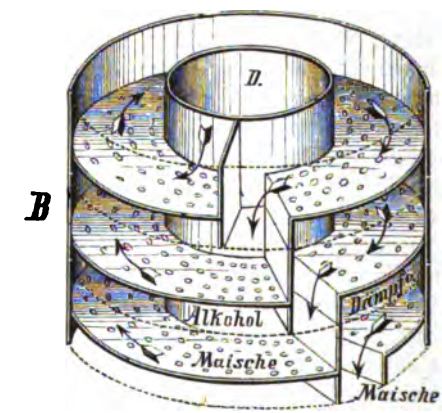


Fig. 116.

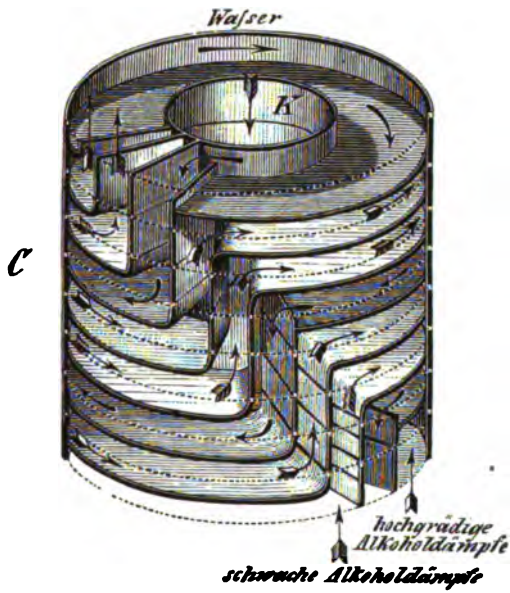


Maiſche und Schlämpe iſt zu bemerken, daß beide Flüſſigkeiten in einer Richtung in den ſchiefgeſtellten Röhrenzügen herabfließen; durch dieſe Einrichtung wird bezweckt, daß alle in der Maiſche etwa befindlichen feſten Körper beſtimmt nach unten geführt werden, wo ſie ſich in den tiefſtgelegenen Theilen von c

ſammeln und zeitweilig durch eine ſeitlich angebrachte Oeffnung entfernt werden können.

Die bei D in den Vorwärmer tretende Maiſche fließt, nachdem ſie die Röhrenzüge durchlaufen hat, durch eine Oeffnung in der Mantelfläche des Rohres D und ſteigt in dieſem, bis ſie bei F in die Maiſchcolonne B überfällt. Die Einrichtung von B iſt derart, daß die zu entgeiſtende Maiſche das Centralrohr in einer aufſteigenden Spirale auf einem langen Wege umkreiſen muß und die Wärme, welche durch die bei o mündende Dampfröhre in Form von Dampf ein-

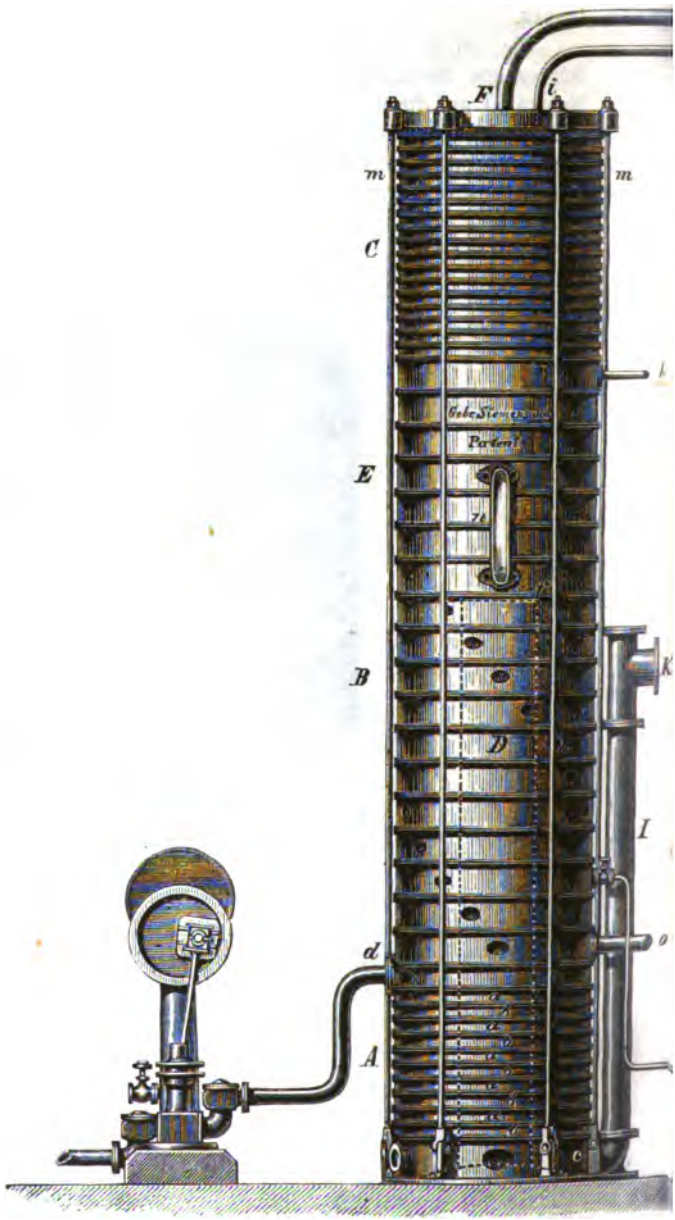
Fig. 117.



tritt, fortwährend von einer Maiſchepartie auf die nächſt höher liegende übertragen wird. Die Bodenflächen der Röhrenzüge ſind mit Oeffnungen verſehen, durch welche die Dämpfe von der tieferen auf die nächſt höher gelegene Bodenfläche ſteigen und die Maiſche, eben in Folge des langen Weges, völlig entgeiſtet wird und als ſtark erhitzte Schlämpe in den Vorwärmer tritt, wo ihr die Wärme durch die nachgepumpte kalte Maiſche in der oben angegebenen Weiſe entzogen wird. Die Maiſche wird in der Weiſe zugeführt, daß ihre Oberfläche über der oberen Oeffnung von D ſteht.

Die von der oberſten Abtheilung der Maiſchcolonne aufſteigenden Dämpfe erfüllen den cylindriſchen Raum E und gelangen aus dieſem in den Rectificator C. Auch die Einrichtung dieſes Theiles des Apparates beſteht aus Röhrenzügen, in

Fig.



t
t
S
s
T
L. G. Berndt
BERLIN S. W.

deren einem die Alkoholdämpfe nach aufwärts steigen, indeß das Kühlwasser, welches bei i eintritt, in den anliegenden Röhrenzügen nach abwärts, und heiß bei k ausfließt; die hochpercentigen Alkoholdämpfe steigen durch das Rohr F in den Kühler über, der zur Flüssigkeit verdichtete schwache Alkohol fällt in die Maischcolonne zurück. Die Wasserkühlung im Kühler S und dem Rectificator C wird in der Weise verbunden, daß das Wasser bei s in den Kühler gelangt, durch das Rohr t aufwärts getrieben wird und bei i, schon in etwas erwärmtem Zustande, in den Rectificator fließt.

Die Destillations- und Rectificationsapparate nach der Construction von Savalle.

Savalle hat den Destillationsapparaten eine so vervollkommnete Einrichtung gegeben, daß die nach seinem System erbauten Apparate in jenen Brennereien und Rectificationsanstalten, in welchen dünnere Maischen verarbeitet werden, fast alle Apparate anderer Construction verdrängt haben. Man kann übrigens, wie hier gleich bemerkt werden soll, die Savalle'schen Apparate auch zur Destillation von Dickmaischen verwenden, muß aber dann die Einrichtung derselben entsprechend abändern.

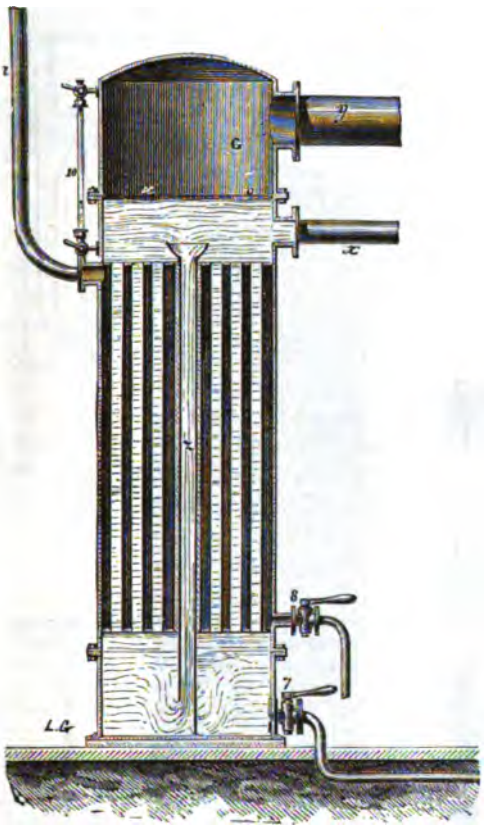
Eine der wesentlichsten Verbesserungen, welche Savalle an den Destillationsapparaten angebracht hat, besteht darin, daß der zur Erhitzung der Maischen, respective des zu rectificirenden Spiritus dienende Dampf nicht in die Flüssigkeit selbst strömt, sondern in Röhren circulirt; der Vortheil, welcher hierdurch bedingt wird, besteht darin, daß die Schlämpe nicht durch das Wasser, welches in Folge der Verdichtung des Dampfes entsteht, verdünnt wird, eine Thatsache, welche begreiflicher Weise um so mehr ins Gewicht fällt, wenn man dünne Maischen abzudestilliren hat.

Der Dampfheizapparat, welchen Savalle verwendet, ist in Fig. 119 abgebildet*) und besteht aus einem von Schlämpe erfüllten Cylinder, in dem sich ein System von Röhren befindet, welche von Dampf durchzogen werden. Der Dampf tritt durch das Rohr i in den Apparat; es vertheilt sich der Dampf durch die vertical stehenden Röhren, verdichtet sich in denselben zu Wasser und fließt letzteres durch den Hahn 8 ab. Die Schlämpe, welche aus dem untersten Theil der Destillationscolonne eines Savalle'schen Destillirapparates abfließt, tritt durch das Rohr x in den Cylinder, und strömt bei 7 ab; das weite Rohr z in der Mitte des Cylinders dient dazu, um in kurzer Zeit eine gleichförmige Mischung der erhitzten Flüssigkeit zu bewirken. Der hutartige Aufsatz G des Cylinders dient den aus der zum Kochen erhitzten Schlämpe entweichenden Dämpfen zur Ansammlung und entweichen dieselben durch das Rohr y nach der Destillationscolonne. Das Rohr 10 dient, um die Höhe der Schlämpe in dem Heizapparate zu bestimmen. Die Savalle'schen Apparate, welche mit einem

*) Savalle: Appareils et procédés de distillation. Paris 1881.

Dampfheizungsapparat von der beschriebenen Construction versehen sind, enthalten die nachstehend angegebenen Haupttheile, welche aus Fig. 119 ersichtlich werden: Den Heizapparat G und F, die Maischcolonne A, das Gefäße B, den Condensator C und dem Kühler D.

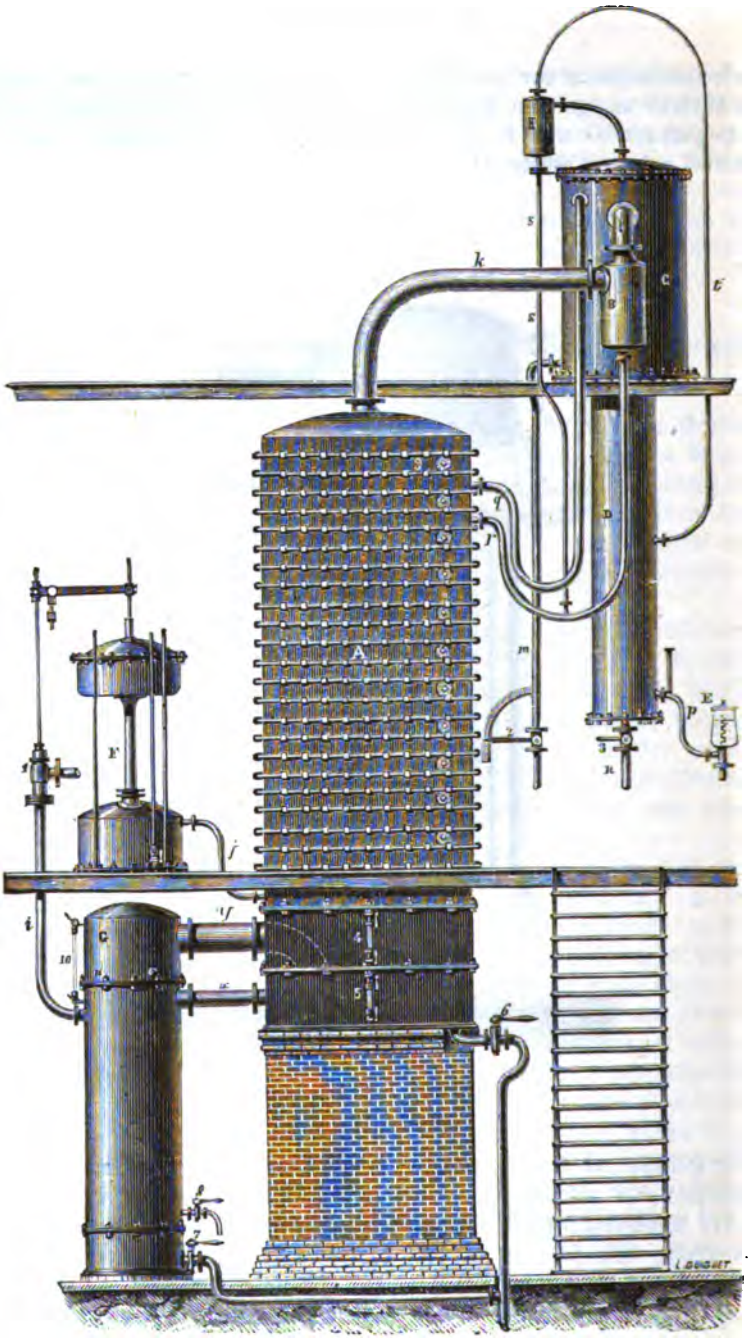
Fig. 119.



Dampf-Heizapparat. Construction Savalle.

Der Heizapparat ist aus dem eben beschriebenen Erhitzungscylinder und dem Dampfregulator F zusammengesetzt. (Die Einrichtung des letzteren ist schon auf Seite 277 ausführlicher beschrieben worden.) Die Regulirung des Dampfes erfolgt in der Weise, daß sich der in dem dampferfüllten Aufsatz von G herrschende Druck durch das Rohr j auf die Flüssigkeit im unteren Gefäße des Regulators (vergleiche Fig. 94) überträgt und demzufolge die Bewegung des Schwimmers

Fig. 120.



Colonnen-Deſtillirapparat. Conſtruction Savalle.

diesem Drucke entspricht; der Schwimmer setzt aber bei seinem Steigen und Fallen das in dem Rohre i angebrachte Ventil l in Bewegung und wird hierdurch der Dampfdruck im Heizapparate und in der Colonne beständig auf der gleichen Höhe erhalten. Die Dämpfe aus dem Aufsatze des Heizapparates treten in den untersten Theil der Maischcolonne s und bringen die in demselben enthaltene Maische zum Sieden.

Die Maischcolonne besteht aus einem Prisma mit quadratischem Querschnitte, und ist dasselbe durch horizontal liegende Böden in Rectificationskammern zerlegt. Die Einrichtung der letzteren ist aber etwas verschieden von jener, welche in Fig. 93 dargestellt wurde, und entspricht den dünnflüssigen Maischen, welche gewöhnlich auf diesen Apparaten zur Verarbeitung gelangen. Die Böden der einzelnen Abtheilungen sind nämlich siebartig durchlöchert und bahnen sich die von unten aufsteigenden Dämpfe ihren Weg durch diese Löcher und die Maische; ein Ueberfallrohr, welches bis zu einer gewissen Höhe über dem Boden empor steigt, verhindert, daß das Niveau der Flüssigkeit sich über eine gewisse Grenze erhebe; durch die zahlreichen Dampfblasen, von welchen die Maische durchströmt wird, findet eine sehr rasche Abdestillation des in ihr enthaltenen Alkoholes statt.

Die Dämpfe, welche sich aus der durch die Dampfeinströmung heftig bewegten Maische entwickeln, reißen eine große Menge von Flüssigkeitströpfchen mit sich, welche den Spiritus verunreinigen würden und läßt man, um dies zu verhüten, die Dämpfe, bevor sie in den Condensator gelangen, durch das Gefäß B streichen, in welchem die Tröpfchen zu Boden fallen und durch das Rohr r wieder nach einer der obersten Abtheilungen des Condensators zurückgeführt werden.

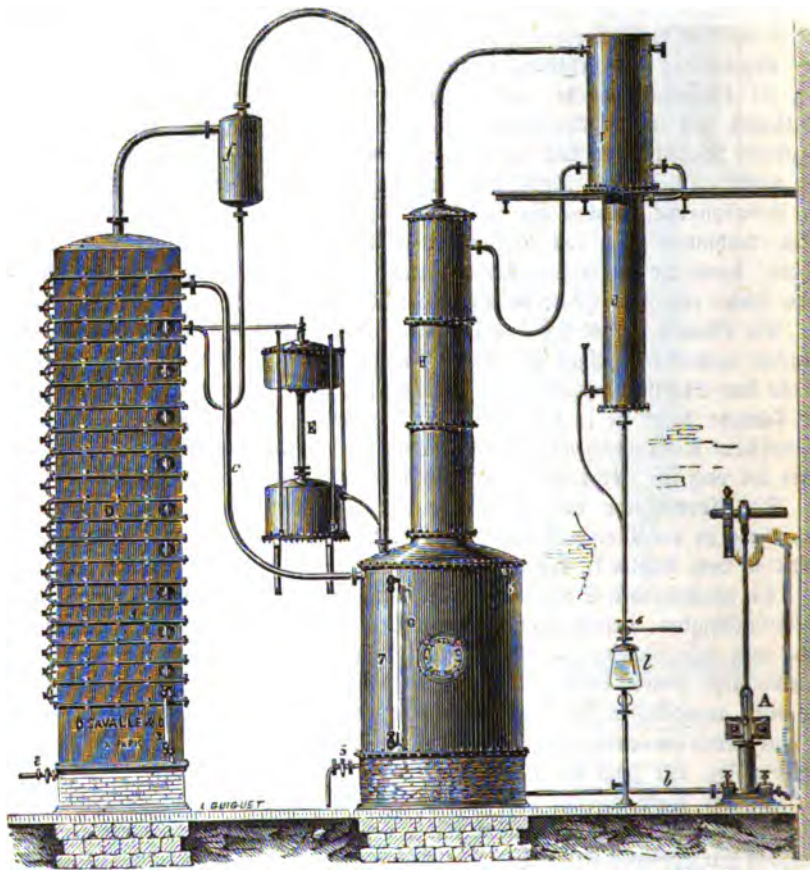
Der Condensator hat die Einrichtung, daß die in demselben vorgewärmte Maische q in die Maischcolonne geführt wird. Die Verdichtung der Alkoholdämpfe findet in dem Kühler D, der Abfluß des Alkoholes bei E statt.

Die gewöhnlichen Savalle'schen Apparate haben eine sehr große quantitative Leistungsfähigkeit, liefern aber nur Spiritus von höchstens 45 pCt. und ist derselbe noch sehr unrein; zur Rectification desselben bedient man sich daher einer Combination eines Destillirapparates, welcher aus einem Rohspritapparat von der eben angegebenen Construction besteht, der mit einem Rectificator verbunden ist und somit in einer einzigen Operation hochpercentigen fuselfreien Spiritus ergiebt; Fig. 121 zeigt die Verbindung beider Apparate.

In der Destillations- oder Maischcolonne von der vorstehend angegebenen Einrichtung wird aus der Maische Rohspiritus abdestillirt, die mit den Spiritusdämpfen fortgerissenen Flüssigkeitströpfchen werden in dem Gefäße f zurück gehalten und fließen in die Colonne zurück; die Dämpfe des Rohspiritus gelangen unmittelbar in den Rectificationsapparat, welcher aus zwei auf einander gesetzten cylindrischen Theilen besteht; der untere derselben G, von größerem Durchmesser, besitzt drei Abtheilungen, in deren tiefstgelegener directer Dampf aus einem mit vielen engen Oeffnungen versehenen Rohr einströmt und den aus der Destillircolonne herüber kommenden Rohspiritus zum Kochen bringt; der obere engere Cylinder d enthält die Rectificationskammern und steht die oberste derselben mit

dem Condensator I in Verbindung und dieser wieder mit dem Kühler J, der Abfluß des reinen hochpercentigen Alkohols erfolgt bei l; die zur Regulirung des Dampfdruckes dienende Vorrichtung E steht sowohl mit der Destillations- als mit der Rectificationscolonne in Verbindung.

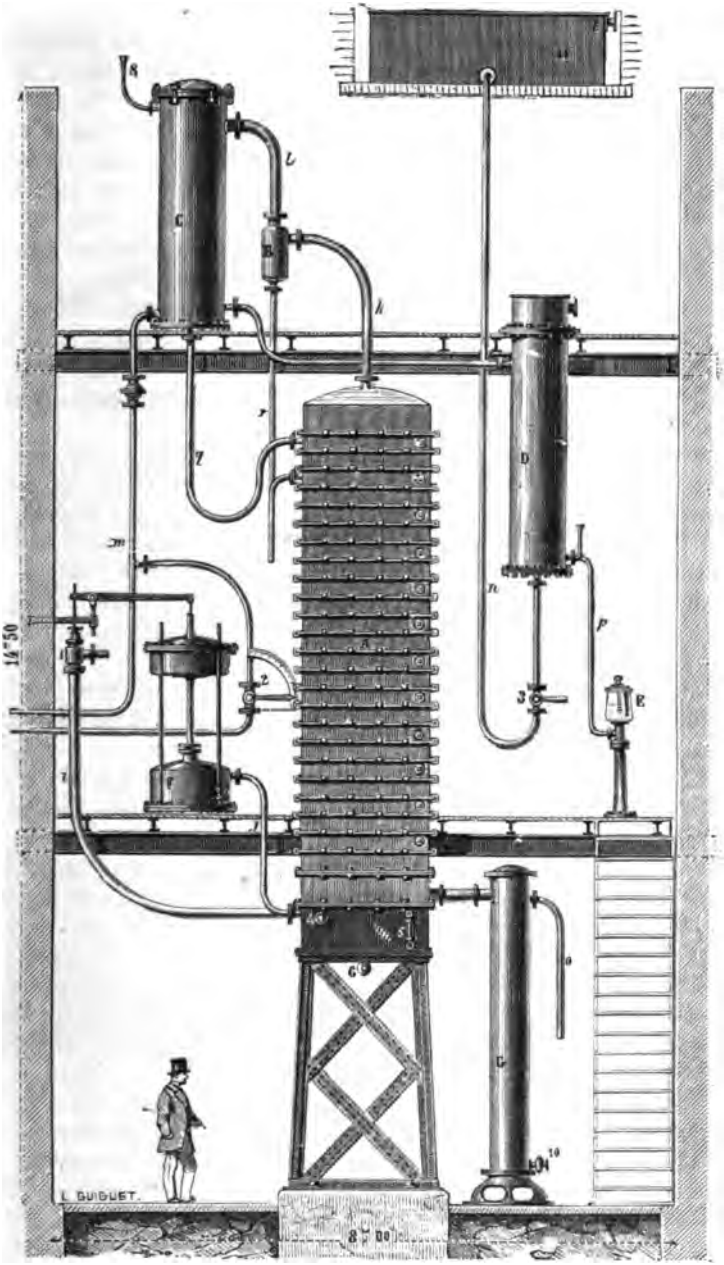
Fig. 121.



Colonnen-Destillir- und Rectificir-Apparat. Construction Savalle.

Fig. 122 stellt einen großen Savalle'schen Destillirapparat zur Destillation von Getreidemaischen dar, welcher täglich 16,800 l Rohspiritus von 50 pCt. liefert. Die Construction ist die der Savalle-Apparate im allgemeinen; der Weg, welchen die zu destillirende Flüssigkeit zu durchlaufen hat, besitzt 125 m Länge. Der Apparat, dessen Destillircolonne rechteckigen Querschnitt und 25 Ab-

Fig. 122.



Großer Colonnen-Deſtillirapparat für dicke Getreidemaiſchen. Conſtruction Savalle.

theilungen hat, arbeitet mit 6 Quadrat-Centimeter Dampf von 5 Atmosphären Druck und mit einem Kohlenverbrauch von 128 kg Kohle für 1 hl rohen Alkohol.

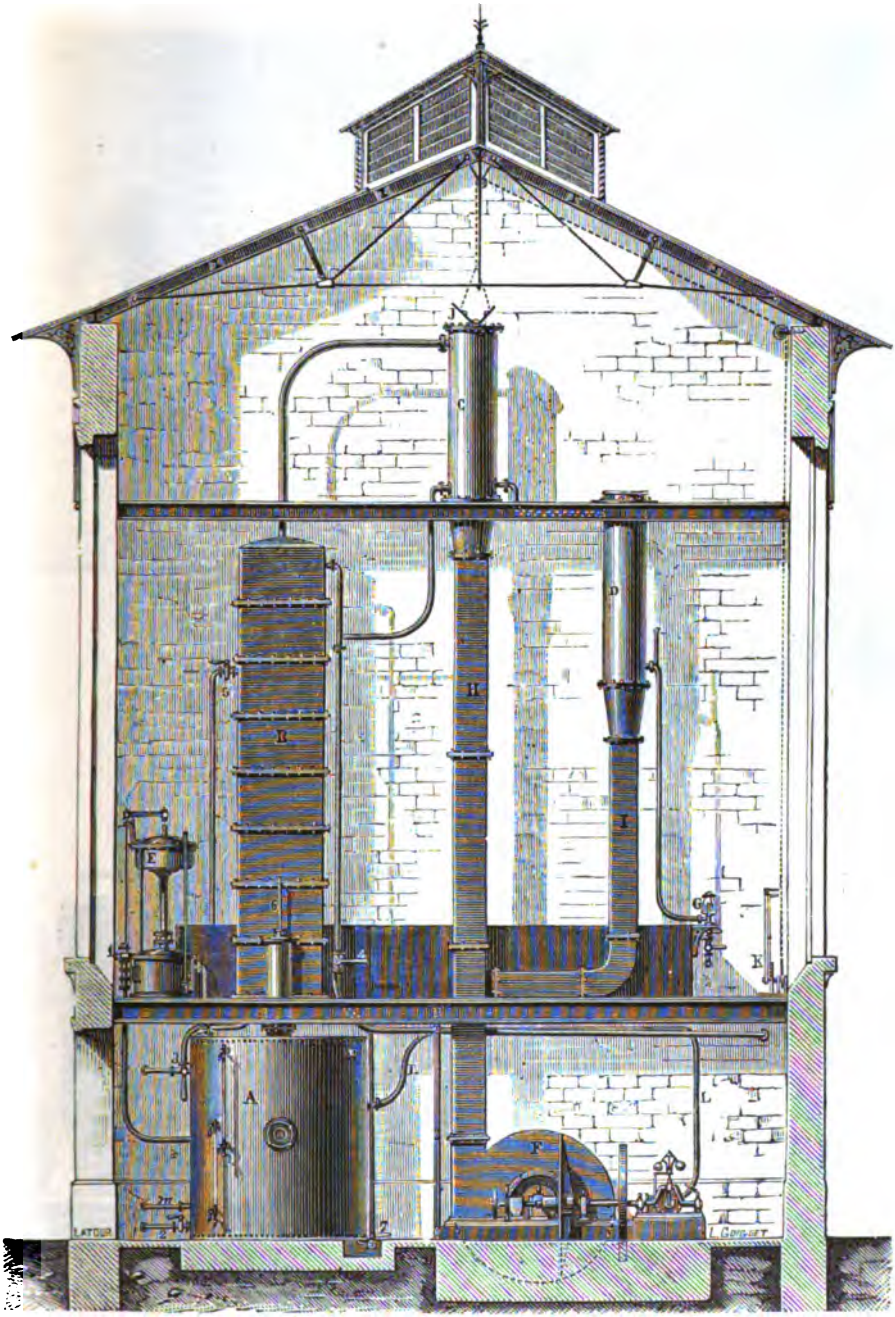
Einer der neuesten Savalle'schen Apparate ist jener, bei welchem die Condensation der Alkoholdämpfe mittelst eines Ventilators durch einen Luftstrom bewirkt wird; man erspart bei Anwendung dieser Construction einen Theil der zum Heben des Condensationswassers erforderlichen Kraft, und bleiben die Kühlapparate vollständig erhalten, indem sich an denselben kein Kesselstein absetzt und die mühevolle und stets eine starke Abnutzung bedingende Reinigung der Kühlrohre ganz entfällt. Diese Construction soll auch eine außerordentlich große Ersparniß an Heizmaterial mit sich bringen; während bei den älteren Apparaten Savalle's zur Production von 1 hl Alkohol im Mittel 275 kg Dampf nothwendig sind, soll bei dem neuen Apparat nur 131 kg Dampf hierfür verbraucht werden.

Die umstehende Abbildung, Fig. 123, stellt diesen Apparat dar; die Theile desselben sind: A der Erhitzungskessel, in welchem der auf 40—50 pCt. Alkoholometer verdünnte Rohspiritus durch eine Erhitzungsschlange zum Kochen gebracht wird, B ist die viereckige Rectificircolonne, C der Röhrencondensator, in welchem zwei Drittel der Dämpfe zur Flüssigkeit verdichtet werden, die nach A zurückfließt, indeß die hochgradigen Dämpfe nach D streichen und daselbst verdichtet werden. E Dampfdruck-Regulator, G Ausflußvorrichtung, H Luftleitung für den Condensator, I Luftleitung für den Kühler J, und K Vorrichtung zur Regulirung des Luftstromes für den Condensator. L Dampfmaschine zum Betrieb des Ventilators. 1 Hahn des Dampfdruck-Regulators. 2 Abfluß für das aus dem Heizdampf entstehende Wasser. 3 Hahn zur Entleerung der Colonne. 4 Hahn zur Reinigung der Colonne. 5 Hahn zur Reinigung des oberen Theiles der Colonne. 6 Thermometer. 7 Doppelhahn zum Füllen und Entleeren des Erhitzungskessels.

Fig. 124 stellt einen kleinen, namentlich zur Destillation von Früchtenbranntwein und Wein dienenden Apparat einfacherer Construction vor, welcher Alkohol von 60 pCt. liefert. Wie die Abbildung zeigt, besteht derselbe aus einer prismatischen Destillir- und Rectificircolonne und einem Vorwärmer, über welch' letzterem der Vorrathsbehälter für die zu destillirende Flüssigkeit angebracht ist. In seinem schon genannten Werke: „Les distilleries", giebt Savalle für den Gebrauch dieses Apparates den Rath, die zu destillirenden Flüssigkeiten möglichst klar anzuwenden, indem sonst die Colonne leicht verstopft werden könnte und den Apparat, falls derselbe mehrere Tage lang außer Gebrauch bleiben soll, mit Wasser auszuspülen, damit derselbe nicht durch die Reste der stark sauren Flüssigkeit, welche nach dem Abdestilliren des Alkoholes hinterbleibt, angegriffen werde.

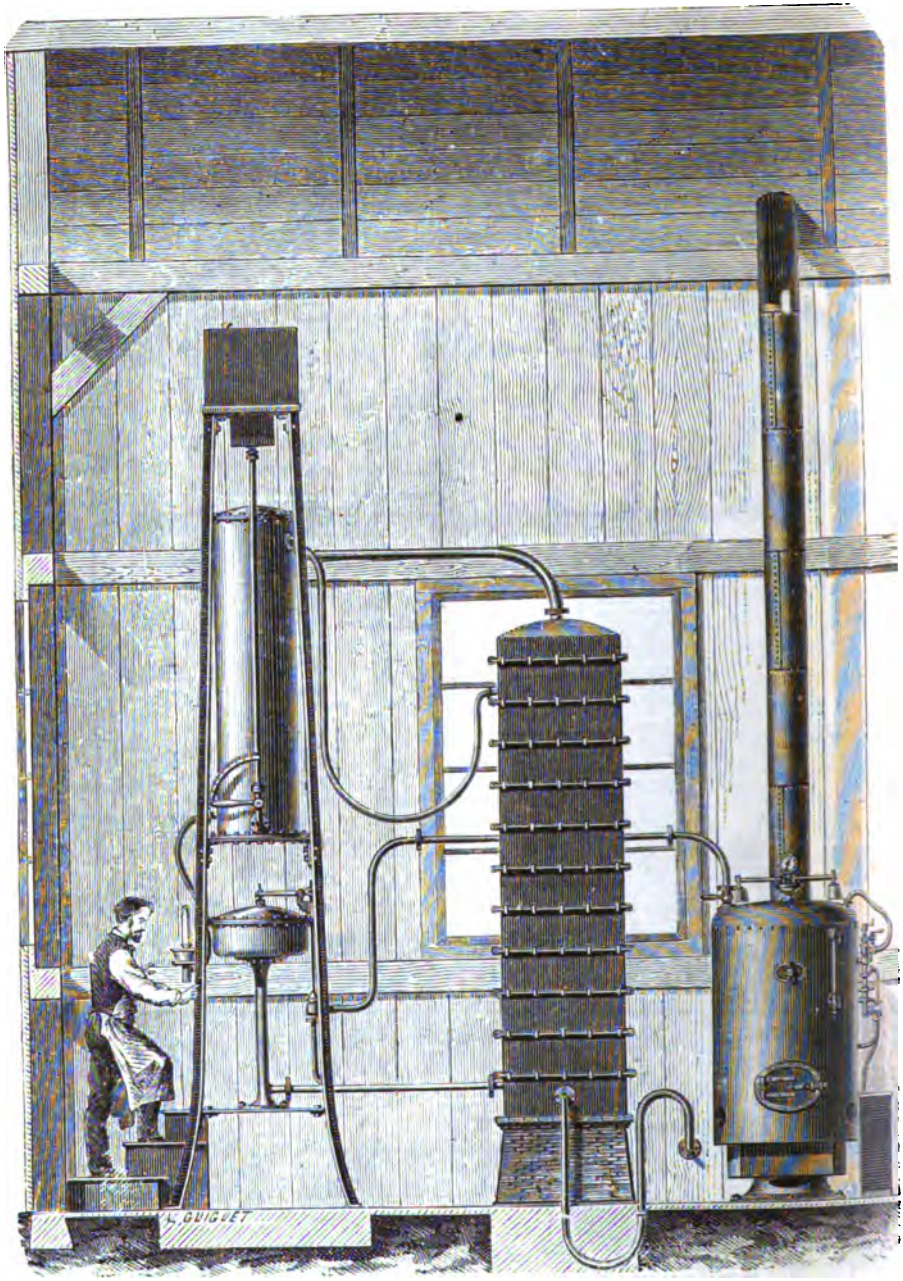
Der neben dem Apparate befindliche Dampfgenerator ist mit einer Wasser-Injectionspumpe versehen, so daß die Speisung desselben selbstthätig erfolgt. Ein Apparat, welcher der umstehenden Abbildung entspricht (über seine Größe kann man sich nach der Größe des Arbeiters eine Vorstellung bilden), besitzt eine

Fig. 128.



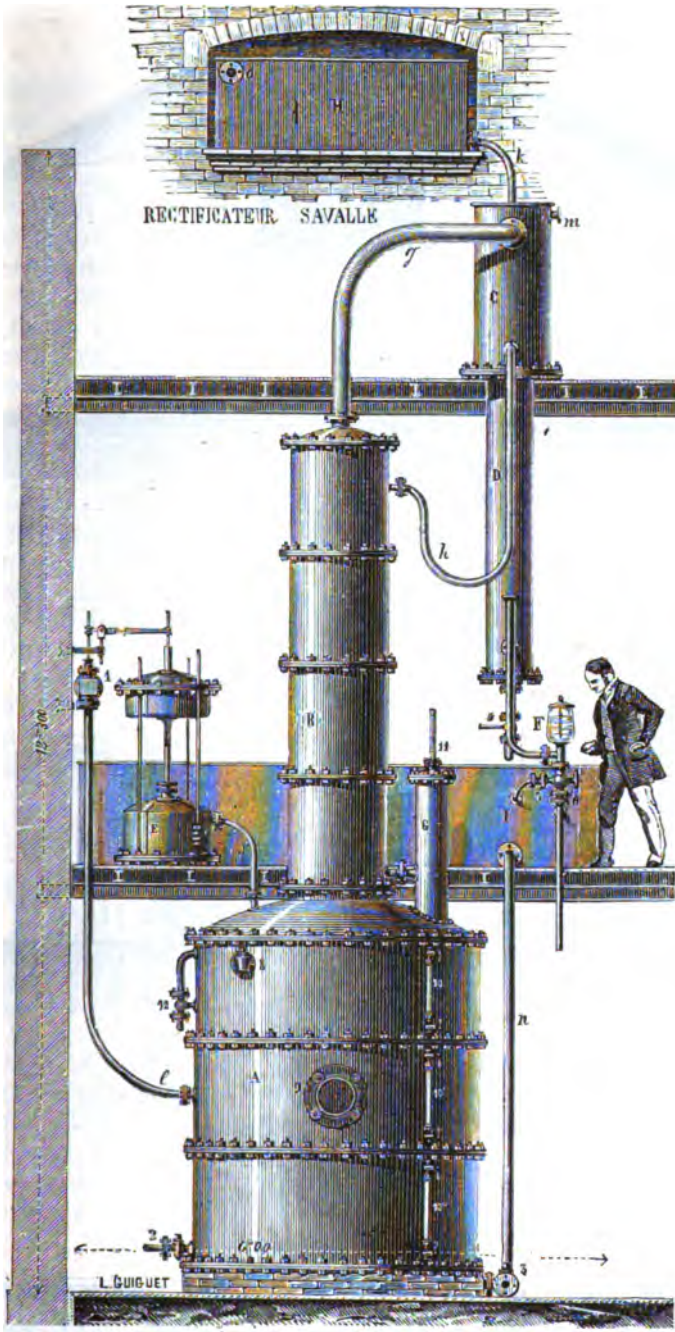
Rectificirapparat mit Luftkühlung. Construction Savalle.

Fig. 124.



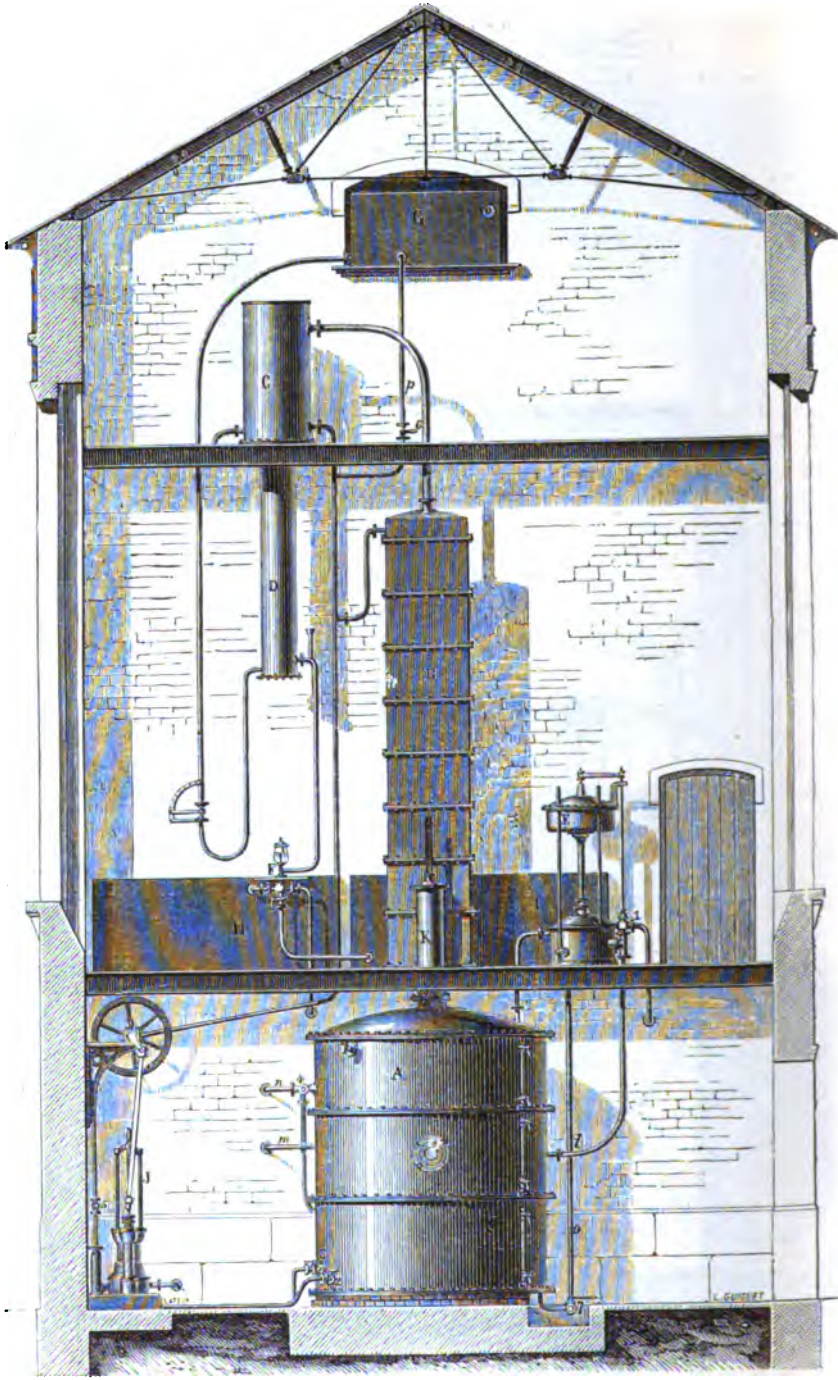
Kleiner Destillirapparat. Construction Savalle.

Fig. 125.



Großer Rectifications-Apparat, Construction Savalle.

Fig. 126.



Rectificir-Apparat nach Savalle. Neueste Construction.

Leistungsfähigkeit von 6 hl bei zehnstündiger Arbeitszeit und ist namentlich für Brennereien in obst- und weinreichen Gegenden, in letzterer besonders zur Destillation von vergohrenen Trestern geeignet; nach Savalle verbraucht dieser Apparat für jedes Hektoliter abdestillirten Weines 2 kg Steinkohle, was den Alkoholgehalt des Weines mit 10 pCt. angenommen, per Hektoliter absoluten Alkohol einem Kohlenverbrauch von etwa 2 kg gleichkommt.

Die blos zur Rectification von Rohspiritus dienenden Savalle'schen Apparate bestehen, Fig. 125, aus den großen Rectificationsblasen A, in deren unterer der bis auf 40 pCt. Tralles verdünnte Rohspiritus entweder durch directen Dampf, welcher aus einem mit vielen engen Löchern versehenen Rohre ausströmt, oder durch eine Dampfschlange erhitzt wird. Die Dämpfe treten aus der oberen Blase nach der Rectificationscolonne B, aus dieser durch g in den Condensator C, aus welchem die condensirte Flüssigkeit durch h in die Rectificationscolonne zurückgeleitet wird, indeß die Dämpfe in den Kühler D übertreten. Das Destillat fließt, nachdem es das Gefäß F, welches das Alkoholometer enthält, durchströmte, in den Spiritusbehälter ab. Die Speisung des Apparates mit Rohspiritus erfolgt aus dem Behälter J, in welchen auch die Nachproducte der Rectification zurückfließen. Der Dampfdom G dient dazu, um zu Ende der Operation zur Trennung und Entfernung des Fuselöles mitzuwirken. F ist der Dampfdruckregulator, H der Wasserbehälter.

Der neueste Savalle'sche Rectificationsapparat, Fig. 126, ist so eingerichtet, daß bei demselben sowohl directer Dampf als der Dampf, welcher schon in der Dampfmaschine zur Arbeit verwendet wurde, in Anwendung gebracht werden kann, so daß hierdurch eine sehr große Ersparniß an Heizmaterial gemacht wird. Während die älteren Savalle'schen Apparate mit runder Colonne per Hektoliter hochgradigen Alkohol durchschnittlich 591 kg Kohle verbrauchen, sind hierfür bei dem neuen Apparate nur 225 kg erforderlich*) und ist mit dieser Ersparniß auch der Minderverbrauch an Condensationswasser proportional.

Der Apparat besteht aus dem kupfernen (oder auch aus Eisen angefertigten) Heizkessel A, welcher zwei Heizschlangen enthält, deren eine für directen Dampf bestimmt ist, indeß die andere für den Maschinendampf dient. Mit diesem Cylinder ist die viereckige Colonne B verbunden. C ist der Condensator, D der Kühler, E der Dampfdruck-Regulator, F das Ausflußrohr für den rectificirten Alkohol, G der Wasserbehälter, H der Behälter für das Phlegma, J der Behälter für den zu destillirenden Alkohol, I die Pumpe zur Beförderung desselben nach dem obersten Theil der Colonne, i Zufluß für den directen, m Zufluß für den Maschinendampf.

*) Revue universelle de la brasserie et de la distillerie No. 390. 1881.

Die Preßhefe-Bereitung.

Das Bedürfniß, die Hefe, das ist jenen Körper, welcher Alkoholgährung veranlaßt, wenn er in geeignete Nährflüssigkeiten getaucht wird, in solcher Form zu erhalten, daß er durch längere Zeit aufbewahrt werden kann, ohne zu verderben, hat zur Darstellung jenes Productes geführt, welches man mit dem Namen „Preßhefe" bezeichnet; die Preßhefe besteht, wenn richtig dargestellt, aus lebenden Zellen des Alkoholfermentes Saccharomyces cerevisiae und zwar gewöhnlich jener Varietät derselben, welche man als Oberhefe bezeichnet. Preßhefe, welche aus Unterhefe besteht und aus der bei Darstellung von untergährigem Biere gewonnenen Hauptgährungshefe dargestellt werden kann, kommt seltener im Handel vor.

Um der Hefe längere Haltbarkeit zu ertheilen, trachtet man sie möglichst vollständig von jener Flüssigkeit zu trennen, in welcher sie herangewachsen ist und erzielt dies durch Auswaschen und Abschlämmen, wobei auch gleichzeitig die unlöslichen Körper, welche sich in der Nährflüssigkeit befanden, Getreidehülsen ꝛc. abgeschieden werden. Die genügend gewaschene Hefe wird einem sehr langsam gesteigerten Druck unterworfen, ausgepreßt und hierdurch möglichst von Wasser befreit; bisweilen mengt man der Hefe noch Stärkemehl bei und formt sie zu Prismen, welche dann als Preßhefe in den Handel gebracht werden.

Wenn wir demnach die Preßhefe vom Standpunkte des Gährungs-Chemikers betrachten, so erscheint sie uns als eine aus Hefezellen bestehende Masse, welcher keine Nährstoffe zur Verfügung stehen; um die Zellen in diesem Zustande möglichst lange lebend zu erhalten, ohne daß sie durch den Hungerzustand, in welchem sie sich nunmehr befinden, zu sehr leiden, muß man bestrebt sein, den Verlauf des Lebensprocesses in ihnen möglichst zu verlangsamen, und geschieht dies am einfachsten dadurch, daß man die Hefe einer niederen Temperatur aussetzt. Preßhefe, welche bei einer dem Eispunkte sehr naheliegenden Temperatur bewahrt wird, läßt sich Monate lang erhalten, ohne zu verderben. Noch besser gelingt es, Hefe durch sehr lange Zeiträume aufzubewahren, wenn man sie *sehr langsam*, aber stark trocknet und ist es auch unter Anwendung von Conservirungsmitteln möglich, Hefe durch sehr lange Zeit lebend zu erhalten. Die beiden letztgenannten Methoden erfordern aber, um günstige Ergebnisse zu liefern, die größte Aufmerk-

samkeit in der Durchführung und sind überhaupt mehr von theoretischem als von praktischem Interesse, indem der Zeitraum, durch welchen man richtig bereitete Preßhefe in kalten Kellern bewahren kann, immerhin mehrere Wochen beträgt.

Die Hefemengen, welche sich als Nebenproducte der Fabrikation von Spiritus und der Bierbrauerei ergeben, sind nicht hinreichend, um den Bedarf an Preßhefe zu decken; überdies läßt sich aus denselben nie eine Preßhefe darstellen, welche den Anforderungen, die man an Preßhefe erster Güte zu stellen berechtigt ist, vollkommen entspricht. Preßhefe soll aus Hefe bestehen, welcher keine fremden Fermente, oder doch nur im Verhältniß zu den Hefezellen ungemein geringe Mengen fremder Fermente beigemengt sind. Bei der Spiritushefe, wie sich selbe nach dem noch jetzt üblichen Verfahren der Gährung unter Anwendung sauerer Kunsthefe ergiebt, kann dies der Natur der Sache nach nicht der Fall sein; Preßhefe, welche aus Spiritushefe dargestellt wurde, enthält neben Alkoholhefe stets noch Milchsäureferment, bisweilen auch noch Essigsäureferment. Die Hefe, welche bei der Hauptgährung der Bierwürzen abfällt, ist zwar gewöhnlich so arm an Milchsäureferment, daß sie in dieser Beziehung ohne Anstand auf Preßhefe verarbeitet werden könnte, sie enthält aber gewisse aus dem Hopfen stammende Körper beigemengt, welche sich nur schwierig von den Hefezellen trennen lassen.

In Folge dieser Verhältnisse ist der Fabrikant von Preßhefe darauf angewiesen, sich das Material zur Darstellung derselben, das ist möglichst reine Alkoholhefe selbst herzustellen: er muß Hefe in geeigneten Nährflüssigkeiten zu möglichst kräftiger Vermehrung bringen. Wie leicht zu erkennen, hat die Aufgabe des Preßhefefabrikanten große Aehnlichkeit mit jener des Spiritusfabrikanten, welcher „Kunsthefe" bereitet; nichtsdestoweniger walten zwischen den Aufgaben beider gewisse Unterschiede, deren Wichtigkeit nicht außer Acht gelassen werden darf.

Bei der Darstellung von Kunsthefe ist es gestattet und nach dem jetzt noch üblichen Verfahren auch nothwendig, in der Nährflüssigkeit, in welcher sich die Hefe vermehren soll, Milchsäuregährung einzuleiten; es ist nicht von Belang, wenn schon in der Kunsthefe selbst Alkoholgährung beginnt; und endlich kann man bei der Kunsthefe kostspieligere Materialien, namentlich Malz, zur Anwendung bringen. Man ist bestrebt, eine Flüssigkeit herzustellen, welche neben kräftiger Hefe auch noch so viele Hefenährstoffe enthält, daß sich die Hefe in der ersten Periode der Gährung der süßen Maische so stark vermehren kann, um die vorhandene Zucker- und Dextrinmenge so vollständig zu vergähren, als dies überhaupt während der Zeit möglich ist, welche der Gährung zugemessen ist. Für den Fabrikanten von Preßhefe liegen die Verhältnisse anders: Er muß trachten, sich eine zur kräftigen Ernährung der Hefe dienende Flüssigkeit zu schaffen, ohne Milchsäuregährung zu Hülfe zu nehmen, er muß ferner bestrebt sein, die Operation so zu leiten, daß in der Nährflüssigkeit möglichst viel Hefe producirt wird, jedoch so, daß die vergährend wirkende Thätigkeit der Hefe möglichst unterdrückt wird und Alkoholbildung nur sehr schwach oder gar nicht stattfindet; er muß endlich dahin trachten, die Hefeproduction unter Zuhülfenahme möglichst billiger Materialien zu bewirken, indem

er die Hefe als Hauptproduct zu verwerthen hat, indeß sie für den Spiritusfabrikanten nur ein Nebenproduct ist.

Namentlich in Bezug auf die Stoffe, welche zur Darstellung von Nährflüssigkeiten für Hefe verwendet werden, hat man in neuerer Zeit sehr große Fortschritte gemacht und ist namentlich bemüht gewesen, eine Reihe von Neben- und Abfallproducten, wie Malzkeime, Kleien, Schlämpe, Kleber zur Production von Hefe zu verwenden, Fortschritte, welche sowohl vom technischen als vom wirthschaftlichen Standpunkt aus sehr erfreuliche genannt werden müssen. Wir haben es daher für nothwendig gehalten, in nachstehendem eine übersichtliche Darstellung jener Stoffe zu geben, deren die Hefe zu ihrer Ernährung bedarf und dieser die Zusammensetzung der Materialien folgen zu lassen, deren man sich bis nun in der Praxis zur Bereitung von Hefenährflüssigkeiten bedient, und haben wir uns schon aus dem Grunde hierzu veranlaßt gesehen, weil die bisher über die Fabrikation von Preßhefe existirenden Schriften eigentlich nichts mehr enthielten, als eine Sammlung von Recepten, nach welchen sich Preßhefe in mehr oder minder günstiger Weise darstellen läßt. Die physiologischen Momente, welche bei der Ernährung von Hefe zu beachten sind, die zweckmäßige Zusammensetzung der Nährflüssigkeiten u. s. w., sind in diesen Schriften mit keinem Worte erwähnt.

Wir beabsichtigen in unserer Schilderung der Hefefabrikation diesen Verhältnissen die nothwendige Aufmerksamkeit zu widmen, indem wir von der Ansicht ausgehen, daß nur derjenige, welcher dieselben genau kennt, in der Lage ist, rationell zu arbeiten und das Wesen der neueren Methoden zu erfassen. Durch die Vergleichung der nachstehenden Auseinandersetzungen mit dem Inhalte jenes Abschnittes unseres Werkes, welcher von der Darstellung der Kunsthefe handelt, wird der Leser im Stande sein, sich vollständige Klarheit darüber zu verschaffen, worauf es in dem einen und dem anderen Falle ankommt.

I. Die Lebensbedingungen der Hefe.

Die ungemein große Veränderlichkeit, welche die sich bei der Gährung von Bierwürzen oder Branntweinmaischen ergebende und von denselben getrennte Hefe im flüssigen Zustande zeigt, läßt sich nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse über die Lebensbedingungen der Hefepflanze leicht erklären. Als ein lebender Organismus, welcher sein Dasein unter eigenen Verhältnissen, Mangel an freiem Sauerstoff, zu fristen gezwungen ist, strebt die Hefe dahin, ihre Existenz zu erhalten: jede neue durch Sprossung entstandene Zelle nimmt aus der sie umgebenden Flüssigkeiten Nährstoffe auf, verwandelt dieselben in Bestandtheile ihres Leibes und giebt ihrerseits wieder solche Verbindungen ab, welche entweder gar nicht mehr oder nur schlecht zur Ernährung einer künftigen Generation von Hefezellen dienen können.

Wir wissen aus den Untersuchungen über das Nahrungsbedürfniß der Hefepflanze, daß letztere zu ihrer Ernährung vorzugsweise des Kaliumphosphates nebst Kalk und Magnesia an mineralischen Substanzen bedarf, daß sie an stickstoffhaltigen Körpern amidartige und Peptonverbindungen leicht aufnimmt und daß sie an stickstofffreien Körpern gewisse Verbindungen aus der Gruppe der Zuckerarten, namentlich Glucose und Maltose zu assimiliren vermag. Während einer gewissen Zeit ihres Lebens vermag die Hefezelle den Zucker in der Weise zu zerlegen, daß sie aus ihm hauptsächlich Alkohol und Kohlensäure als Hauptproducte, Glycerin, Bernsteinsäure, sehr kleine Mengen von Essigsäure und vielleicht noch andere Verbindungen als regelmäßig auftretende Nebenproducte bildet. Ist dieser Lebensabschnitt abgelaufen, d. h. hat die Hefezelle ihre vergährend wirkende Thätigkeit beendet, so ändert sich ihre Ernährungsweise, sie geht in den sogenannten Ruhezustand über, sie lebt fort, ohne jedoch merkbar vergährend zu wirken und vermag unter günstigen Umständen sehr lange in diesem Zustande zu verharren, ohne abzusterben; in Flüssigkeiten gebracht, welche zu ihrer Ernährung gut geeignet sind, beginnen sich solche Hefezellen, die sich durch lange Zeit im Ruhe-

zustande befanden, wieder lebhaft zu vermehren und wirken die neuen Generationen wieder kräftig vergährend, bis endlich die Hefe in Folge des zu lange dauernden Abschlusses von freiem Sauerstoff an vergährender Kraft einbüßt, oder schwach zu werden anfängt; durch Zufuhr von freiem Sauerstoff wird diese Hefe wieder gekräftigt.

Wir sehen somit, daß Hefe, unter günstigen Umständen aufbewahrt, ein Körper ist, welcher keineswegs zu den sehr veränderlichen gezählt werden darf, sondern sogar als ein Organismus angesehen werden muß, welchem bedeutende Lebenszähigkeit zukommt. — Diese günstigen Umstände treffen z. B. bei jener Hefe ein, welche mit dem Biere, nachdem dieses die Hauptgährung durchgemacht hat, in die Lagerfässer gebracht wurde. — Die Verhältnisse liegen hier derart, daß eine geringe Menge von Hefezellen mit einer sehr großen Menge von Flüssigkeit zusammen kommt, welche alle zur Ernährung des Hefeorganismus nöthigen Körper enthält. Die mit einem großen Vorrath von Nahrungsstoffen in Berührung stehende Hefe setzt ihre Thätigkeiten fort, das heißt, sie vermehrt sich, wirkt vergährend und geht schließlich in den Ruhezustand über. Der niederen Temperatur wegen, die man dem lagernden Biere absichtlich mittheilt, geht die Vermehrung der Hefe und ihre vergährendwirkende Thätigkeit nur langsam vor sich, ohne jedoch ganz unterbrochen zu werden; die sich am Boden des Lagerfasses ansammelnde Hefe bleibt lebend und vermag in Bierwürze übertragen, letztere wieder in regelrechte Gährung zu versetzen. Wenn man gut vergohrenes Bier in Flaschen füllt, so werden die wenigen Hefezellen, welche noch in dem Biere schwebten, sich in diesem in ähnlicher Weise verhalten, wie die Hefe im Lagerfasse; sie werden sich langsam vermehren, vergährend wirken und sich schließlich als Hefe im Ruhezustande am Boden der Flasche ablagern; nach einer Reihe von Monaten ist diese Hefe aber noch lebend.

Aehnliche Verhältnisse kommen in den Spiritusfabriken vor; man verwendet bekanntlich in diesen immer einen Theil der bei der letzten Gährung gefallenen Hefe, um neu bereitete Maischen in Gährung zu versetzen, so daß also auch der Hefe in jener Varietät, in welcher sie Obergährung hervorbringt, große Haltbarkeit nicht abzusprechen ist; in beiden Fällen müssen wir als Vorbedingung der Haltbarkeit der Hefe die Reinheit der Hefe annehmen, d. h., die letztere darf wirklich nur „Hefe", im engeren Sinne des Wortes: Alkoholhefe sein, und muß frei von fremden Fermenten sein. Ist letzteres nicht der Fall, so gewinnen diese fremden Fermente schließlich die Oberhand, die Alkoholgährung wird in den Hintergrund gedrängt und tritt eine andere Gährungsform an ihre Stelle. — Nachdem sowohl der Bierhefe als auch der Branntweinhefe gewöhnlich gewisse Mengen von Milchsäureferment beigemengt sind, so wird letzteres unter Verhältnissen, welche für das letztgenannte Ferment günstig sind, z. B. bei Temperaturerhöhung leicht zur stärkeren Entwickelung gelangen; Milchsäuregährung wird in den Vordergrund treten, eine Erscheinung, welche wir z. B. bei lange gelagertem Flaschenbier, welches nicht besonders conservirt wurde, ganz allgemein eintreten sehen.

Enthielt die Hefe als Verunreinigung jene zur Stunde noch sehr wenig

gekannten Organismen, welche wir mit dem Sammelnamen der Spaltpilze bezeichnen, so kommen auch diese unter gewissen Verhältnissen — und nur zu oft ergeben sich solche Verhältnisse — zur Entwickelung, unterdrücken die Alkoholgährung und zerstören die ganze Flüssigkeit durch Gährungsvorgänge, über deren Natur wir noch nichts wissen.

Wenn wir Hefe, einerlei ob Bier- oder Branntweinhefe, in dem Zeitpunkte, in welchem nach der Anschauung der Praktiker der Verlauf des Gährungsvorganges als beendet anzusehen ist, von der Hauptmasse der Flüssigkeit trennen und in nassem Zustande sich selbst überlassen, so stellen sich die Verhältnisse ganz anders, als oben geschildert wurde. Die nasse Hefe besteht aus einer übergroßen Menge von Hefezellen, welche sich in allen Lebensstadien befinden und einer verhältnißmäßig sehr kleinen Menge von Flüssigkeit, welche zur Ernährung der Hefe mehr oder weniger geeignet ist. Ist diese Flüssigkeit Bier, so wird sie wegen ihres noch immer ansehnlichen Gehaltes an Dextrin und Maltose zur fortgesetzten Ernährung der Hefe jedenfalls geeigneter sein, als gut ausgegohrene Branntweinmaische.

In beiden Fällen aber wird in Folge des für die Ernährung der Hefe sehr ungünstigen Verhältnisses: viele Hefezellen und wenig Nährstoffe, binnen Kurzem der Zeitpunkt eingetreten sein, in welchem auch der letzte Rest der vorhandenen Nährstoffe von der Hefe verzehrt worden ist. Es tritt dann für die Hefe absolut jener Zustand ein, welchen wir bei höheren Organismen als jenen des Hungerns bezeichnen müssen. Wie bei einem höheren Organismus im Hungerzustande die im eigenen Körper aufgespeicherten Reservestoffe zur Ernährung des ganzen verwendet werden und hierdurch die Fortdauer des Lebens für eine gewisse Zeit ermöglicht wird, so auch bei der Hefe. Bis zu einer gewissen Grenze vermag die Hefe unter diesen ungünstigen Verhältnissen sich — so zu sagen — aus sich selbst zu erhalten, ja sogar weiter zu sprossen, Alkohol und Kohlensäure zu produciren, und hat man letztere Erscheinung mit dem Namen der „Selbstgährung der Hefe“ bezeichnet.

Ueber eine gewisse Grenze hinaus vermag aber die Hefe den Hungerzustand ebenso wenig zu ertragen, als irgend ein anderer Organismus und stirbt wie dieser endlich an Erschöpfung. Aber schon während des ganzen Verlaufes des Hungerzustandes beginnen sich die fremden Fermente, welche der Hefe beigemengt waren, zu vermehren, indem sie sich wahrscheinlicher Weise von den Zersetzungsproducten der Hefe zu nähren vermögen und findet man bei der Untersuchung einer solchen in vorgeschrittenem Stadium der Selbstgährung befindlichen Hefe, welche ursprünglich scheinbar ganz frei von fremden Organismen war, daß dieselbe nunmehr von fremden Fermenten ganz durchsetzt ist. In einem gewissen Zeitpunkte beginnen auch auf der Oberfläche der Hefe aus der Luft hinzugetretene Schimmelorganismen sich zu entwickeln und sich von den abgestorbenen Hefeorganismen zu nähren; schließlich geht die ganze Hefemasse in jene Gährung über, welche wir als Fäulniß bezeichnen, die abgestorbenen Hefezellen dienen den

niederſten Gährungsorganismen, welche wir kennen — den Spaltpilzen — zur Nahrung.

Die leichte Zerſetzbarkeit der naſſen Hefe einerſeits und der Bedarf an vollkommen geſunder Hefe für verſchiedene Zwecke andererſeits mußte den Gedanken erwecken, die Hefe in eine Form zu bringen, in welcher ſie der Zerſetzung nicht ſo raſch unterliegt als gewöhnlich. Ohne daß ſie die phyſiologiſchen Verhältniſſe der Hefepflanze näher kannten — dieſelben wurden erſt in neuerer Zeit genau ſtudirt — gelang es den Praktikern dennoch, die an und für ſich keineswegs leichte Aufgabe zu löſen, die Hefe in ſolche Form zu bringen, daß ſie für eine gewiſſe Zeit haltbar iſt und bildete ſich allmälig ein neuer Zweig der Gährungstechnik heraus, welchen man als die Fabrikation der Preßhefe bezeichnet.

Wie bei allen Induſtrien, welche ſich aus der reinen Empyrie entwickelten, bedurfte es auch bei der Fabrikation von Preßhefe unzähliger Verſuche, ehe man zu einem Verfahren gelangte, welches ein einigermaßen entſprechendes genannt werden konnte; daß unter ſolchen Umſtänden viel Geheimnißkrämerei mit Recepten getrieben und die Fabrikation von Preßhefe als eine überaus ſchwierige Sache hingeſtellt wurde, läßt ſich zum Theil durch die vielen mühevollen nnd koſtſpieligen Verſuche entſchuldigen, welche mancher Praktiker anſtellen mußte, bevor er zu einem befriedigenden Ergebniſſe gelangte. Leider bemächtigten ſich auch unſaubere Hände der „Kunſt, gute Preßhefe zu bereiten“ und giebt es kaum einen zweiten Induſtriezweig, mit welchem ſo viel Schwindel getrieben wurde, wie mit der Darſtellung von Preßhefe.

Bis in die neueſte Zeit wurde und wird die Fabrikation von Preßhefe noch auf rein empyriſchem Wege betrieben, die Fabrik arbeitet eben nach dem „Recepte“ fort, durch deſſen Anwendung ſie eine ihren Anforderungen entſprechende Menge von kräftiger Preßhefe erhielt; es war erſt den Beſtrebungen einiger wiſſenſchaftlich gebildeter Männer, welche die phyſiologiſchen Verhältniſſe der Hefe genau kannten, vorbehalten, die Fabrikation von Preßhefe auf eine rationelle Baſis zu ſtellen und Verfahren anzugeben, nach welchen mit ſehr geringen Koſten ſich reichliche Mengen kräftiger Hefe darſtellen laſſen.

Gegenwärtig ſind dieſe Verfahren noch ſeit zu kurzer Zeit bekannt, um allſeitig Eingang in die Praxis gefunden zu haben, allein es bedarf für denjenigen, welcher mit den Entwickelungsgeſetzen der Hefe vertraut iſt, keines beſonderen Beweiſes, daß die bisher üblichen Methoden der Hefegewinnung in nicht ferner Zeit gänzlich durch die neuen Verfahren verdrängt werden müſſen, und zwar ſchon aus dem Grunde, weil ſich nach letzteren ein gutes Product mit viel geringerem Koſtenaufwande darſtellen läßt, als nach den alten Recepten. Jetzt, wo ſich die ganze Frage der Preßhefefabrikation noch im Uebergangsſtadium befindet, erſcheint es uns noch nothwendig, die bisher üblichen Methoden ausführlich zu beſchreiben, wenngleich wir dieſelben als nicht mehr ganz zweckmäßige anerkennen können; die Schilderung dieſer Methoden wird aber, wie wir glauben, dazu beitragen, dem Leſer das Verſtändniß der neuen Verfahren zu erleichtern.

Der Zweck der Fabrikation von Preßhefe iſt in erſter Reihe der, kräftige

Hefe zu fabriciren, in zweiter aber, diese Hefe in solche Form zu bringen, daß sie längere Zeit hindurch aufbewahrt werden kann. Daß, um diese Zwecke zu erreichen, eine genaue Kenntniß aller Eigenschaften der Hefe erforderlich ist, halten wir überflüssig zu betonen und müssen unsere Leser bezüglich dieser Kenntniß auf den ersten Band dieses Werkes „Die Hefe und die Gährungserscheinungen" verweisen, indem wir hier nur einiges über die Lebensbedingungen der Hefe im Allgemeinen anführen können.

Allgemeine Lebensbedingungen der Hefe.

Die Lebensbedingungen jener Hefeart, welche gewöhnlich auf Preßhefe verarbeitet wird, das ist Saccharomyces cerevisiae in der Form von Oberhefe, lassen sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Die Gährungsorganismen bedürfen zur Erhaltung ihres Lebens des Sauerstoffes, stickstoffhaltiger und stickstofffreier Verbindungen und gewisser Mineralbestandtheile.
2. Sie vermögen das Leben ohne jede Zufuhr von freiem Sauerstoff durch verhältnißmäßig lange Zeit zu fristen und sich während dieses Zeitraumes durch Sprossung zu vermehren.
3. Durch zeitweilige Zufuhr von freiem Sauerstoff werden die Alkoholfermente befähigt, durch lange Zeit vergährend zu wirken; sie verlieren aber bei einer durch viele Generationen andauernden Abschließung von freiem Sauerstoff endlich die Fähigkeit, vergährend zu wirken und gehen zu Grunde.
4. Mit Ausnahme des Sauerstoffes vermögen die Gährungsorganismen keinen zu ihrer Ernährung erforderlichen Körper aus der Atmosphäre aufzunehmen, sondern sind zur Deckung ihres Bedarfes ausschließlich auf jene Stoffe angewiesen, welche sich in der sie umgebenden Flüssigkeit vorfinden.
5. Die Gährungsorganismen entnehmen den für sie nöthigen Stickstoff am leichtesten aus höher zusammengesetzten Verbindungen, sie vermögen dies jedoch auch, wenngleich nur kümmerlich, aus Ammoniakverbindungen zu thun.
6. Sie beziehen ihren Kohlenstoffgehalt mit besonderer Vorliebe aus den zur Gruppe der Kohlehydrate gehörigen Körpern; es ist jedoch wahrscheinlich, daß sie denselben zum Theile auch anderen stickstofffreien Verbindungen sowie den zu ihrer Ernährung dienenden stickstoffhaltigen Körpern entnehmen können.
7. Die Gährungsorganismen bedürfen gewisser Nahrungsstoffe; bei Ausschluß auch nur eines derselben gehen sie zu Grunde.
8. Die Gegenwart einer gewissen Wassermenge ist eine unerläßliche Bedingung für das Gedeihen der Gährungsorganismen; das gleiche gilt von den Temperaturverhältnissen, unter welchen sie leben.

9. Fehlt eine der vorstehend angegebenen Ernährungsbedingungen, so geht der Gährungsorganismus zu Grunde. Die Zeit aber, während welcher er noch sein Leben zu fristen vermag, ist bezüglich der verschiedenen Stoffe eine verschieden lange und vermögen diese Organismen wahrscheinlich das Fehlen des freien Sauerstoffes am längsten zu ertragen.
10. Als lebende Wesen unterliegen die Gährungsorganismen den allgemeinen Gesetzen des Stoffwechsels; für eine gewisse Menge verbrauchter Nährstoffe liefern sie eine entsprechende Quantität von Auswurfstoffen.
11. Die Menge der Auswurfstoffe (die im engeren Sinne als Gährungsproducte bezeichneten Körper Alkohol und Kohlensäure sind auch zu diesen zu rechnen) sind abhängig von der Natur der Gährungsorganismen und den Ernährungsbedingungen derselben im Allgemeinen; die Gegenwart des freien Sauerstoffes und die Temperatur scheinen auf dieselben von besonderem Einflusse zu sein.
12. Häufen sich die Auswurfstoffe in der Nährflüssigkeit über eine gewisse Grenze an, so wird, wenn auch noch genügende Mengen von Nährstoffen vorhanden sind, jede weitere Entwickelung der Gährungsorganismen unterdrückt, das Wachsthum der Organismen und der Gährungsproceß hört auf.
13. Die Ernährung der Gährungsorganismen und deren Vermehrung stehen in einem bestimmten Verhältnisse zur Menge der Gährungsproducte und können die erstgenannten Vorgänge ohne den letzteren nicht stattfinden, wenn der freie Sauerstoff ausgeschlossen ist.

In den vorstehend angeführten Sätzen ist eigentlich in allgemeinen Zügen alles ausgesprochen, was befolgt werden muß, um vollkräftige Hefe zu erzielen und läßt sich aus denselben die ganze Lehre von der Hefefabrikation ableiten; wir bemerken nochmals, daß wir bezüglich der näheren Verhältnisse der Ernährung der Hefe auf den ersten Band dieses Werkes verweisen müssen und hier nur die physiologischen Verhältnisse kurz erwähnen können.

Ernährungsbedingungen der Hefe.

Was den ersten der oben angegebenen Punkte anlangt, bedarf derselbe kaum einer näheren Erörterung; wir kennen kein lebendes Wesen, welches zu seiner Ernährung nicht des Sauerstoffes, stickstofffreier und stickstoffhaltiger Körper sowie gewisser Mineralbestandtheile bedürfte und macht die Hefe von dem allgemein giltigen Gesetze keine Ausnahme. Die Hefe findet alle diese Körper in jenen Flüssigkeiten, in welchen sie vergährend wirken soll, vor; bekanntlich sind namentlich die Bierwürzen und die letzteren in Bezug auf ihre Zusammensetzung sehr nahe stehenden Getreidemaischen sehr geeignet, die Hefepflanze zu ernähren, indem dieselbe in diesen Flüssigkeiten alle Nahrungsstoffe findet, deren sie zu ihrer Ernährung und Fortpflanzung bedarf, und finden auch ähnliche Verhältnisse in Rüben- und Melassemaischen statt.

In den an stickstoffhaltigen Körpern verhältnißmäßig armen Kartoffelmaischen stellt sich das Verhältniß der Ernährung der Hefe schon ungünstiger: die stickstoffhaltigen Körper sind nicht in jener Menge und Form vorhanden, in welcher sie vorhanden sein sollen, um die zur völligen Vergährung erforderlichen Hefemengen richtig zu ernähren; man ist daher, um solche Maischen zur regelrechten Vergährung zu bringen, gezwungen, zu den sogenannten „Kunsthefen" Zuflucht zu nehmen und haben diese, wie aus den diesbezüglichen Abschnitten dieses Werkes zu entnehmen ist, den Zweck, in die zu vergährende Flüssigkeit jene Mengen von stickstoffhaltigen und Mineralkörpern zu bringen, welche zur richtigen Ernährung der Hefe nöthig sind; man sollte daher die „Kunsthefe" eigentlich richtiger als „Mittel zur künstlichen Ernährung von Hefe" bezeichnen.

Wie wir bald des näheren auseinander setzen werden, enthalten die Bierwürzen, Getreidemaischen und Kunsthefen zwar alle zur Ernährung der Hefe dienenden Körper in solchen Verhältnissen, daß die zur Vergährung der vorhandenen gährungsfähigen Substanzen erforderliche Hefemenge genügend ernährt wird; wenn es sich aber nicht um den Gähreffect, sondern, wie dies bei der Hefefabrikation der Fall ist, um die Production einer möglichst großen Hefemenge handelt, so ist das Verhältniß zwischen den einzelnen Nährstoffen in so fern ein nicht günstiges, als im Vergleiche mit den in einem gegebenen Flüssigkeitsquantum vorhandenen stickstoffhaltigen Körpern die Menge der stickstofffreien Körper eine verhältnißmäßig zu große ist.

Nachdem die Hefe zwar durch lange Zeit den Mangel an freiem Sauerstoff zu ertragen vermag, aber nach einem gewissen Zeitraume hindurch doch eine bedeutende Schwächung erleidet, so ergiebt sich von selbst, daß man in jenen Fällen, in welchen es sich darum handelt, die Hefe ohne Rücksicht auf ihre vergährende Thätigkeit zur möglichst großen Vermehrung zu bringen, die Zufuhr von freiem Sauerstoff sehr viel dazu beitragen wird, die Hefe kräftig zu erhalten.

Es muß jetzt schon darauf hingewiesen werden, daß zwischen Hefevermehrung und Gährung wohl zu unterscheiden ist; die vergährend wirkende Thätigkeit ist nur eine Function, welche die Hefe in einem gewissen Lebensstadium ausübt, wenn sie von freiem Sauerstoff abgeschlossen ist; die Vermehrung der Hefe kann aber in sehr reichlicher Weise stattfinden, wenn der Gähreffect ein sehr geringer ist. Führt man nämlich der Hefe freien Sauerstoff zu, so wird der Gähreffect allerdings gesteigert; überschreitet aber die Menge des zugeführten Sauerstoffes eine gewisse Grenze, so wird der Gähreffect geschwächt, die Vermehrung der Hefezellen findet aber um so kräftiger statt und ist es thatsächlich möglich, ein gegebenes Hefequantum sehr bedeutend zu vermehren, ohne daß in der Flüssigkeit, in welcher sich dasselbe befindet, nennenswerthe Mengen von Alkohol gebildet werden; es ist daher möglich, die Hefe ohne Gährung zu vermehren, eine Thatsache, auf deren Wichtigkeit für die Hefefabrikation wir noch zurück kommen werden.

Die Hefeorganismen bestehen, wenn wir von den geringen Mengen von

Celluloſe, welche die Umhüllung der Zellen bilden, und dem Fettgehalte derſelben abſehen, faſt ganz aus ſtickſtoffhaltigen Körpern und gehören letztere der Gruppe der Albuminate an. Es iſt daher begreiflich, daß die Ernährung der Hefe durch ſtickſtoffhaltige Körper eine Sache iſt, welcher der Hefefabrikant ſeine volle Aufmerkſamkeit zuwenden muß. Eiweißartige Verbindungen, obwohl ſie in Bezug auf ihre Zuſammenſetzung den in der Hefe enthaltenen ſtickſtoffhaltigen Verbindungen noch am nächſten ſtehen, ſind merkwürdiger Weiſe nur ſchlechte Nahrungsmittel für die Hefe; weit beſſere Nahrungsmittel für die Hefe ſind in dieſer Beziehung jene ſtickſtoffhaltigen Körper, welche in die Gruppe der Amide und Peptone gehören; der Hefefabrikant muß daher beſtrebt ſein, der zu vermehrenden Hefe die Stickſtoffverbindungen in dieſen Formen zur Verfügung zu ſtellen und müſſen wir uns wieder in dieſer Beziehung an die Darſtellung der zur Bereitung der Kunſthefe dienenden Maiſchen erinnern. Wir haben bei der Anfertigung dieſer Maiſchen geſehen, daß der Fabrikant beſtrebt iſt, die im Malze enthaltenen Eiweißkörper durch geeignete Mittel in Peptone umzuwandeln und erſt nachdem dies geſchehen iſt, die zur Bildung des Hefegutes erforderliche Menge von Hefe in die „Kunſthefemaiſche“ einträgt.

Der Weg, welchen man zur Darſtellung von Hefe einſchlägt, iſt ein ganz ähnlicher und beſteht der Unterſchied hauptſächlich nur darin, daß in der zur „Kunſthefe“ beſtimmten Maiſche darauf Rückſicht genommen werden muß, daß eine genügende Menge vergährbarer Körper vorhanden ſei, um die Kunſthefe in jenes Stadium zu bringen, in welchem die in ihr enthaltenen Organismen nach der Uebertragung in eine ſüße Maiſche ſogleich im Stande ſind, ihre vergährende Thätigkeit auszuüben. Wie erwähnt, iſt der Gähreffect bei der Darſtellung von Hefe ganz Nebenſache und wählt man aus dieſem Grunde zur Bereitung der Maiſchen, welche zur kräftigen Vermehrung von Hefe dienen ſollen, bei den neueren Verfahren ſehr zweckmäßig Materialien, welche zwar bedeutende Mengen von Peptonen zu liefern vermögen, aber ſehr arm an Körpern ſind, welche der Alkoholgährung unterliegen können.

Eine gewiſſe Menge von Kohlehydraten iſt jedoch zur vollſtändigen Ernährung der Hefe unbedingt nöthig und muß man dieſelben der Hefe in jener Form darbieten, in welcher ſie am leichteſten aſſimilirt werden können; erfahrungsmäßig kommt dieſe Eigenſchaft der Maltoſe und dem Traubenzucker zu und ſind es neben den ſtickſtoffhaltigen Körpern und Salzen auch dieſe Verbindungen, welche man allgemein zur Ernährung der Hefe verwendet.

Die Gegenwart der vorgenannten Nahrungsſtoffe iſt eine unerläßliche Bedingung für die richtige Ernährung der Hefe und zwar nicht blos in *qualitativer*, ondern auch in *quantitativer* Beziehung, das heißt: um eine gewiſſe Gewichtsmenge Hefezellen zu bilden, iſt nicht nur die Gegenwart von Phosphorſäure, Kali, ſtickſtofffreier, ſtickſtoffhaltiger Körper ꝛc. im Allgemeinen erforderlich, ſondern es müſſen *ganz beſtimmte Gewichtsmengen* von Phosphorſäure, Kali ꝛc. vorhanden ſein.

Um in dieſer Beziehung zu einer richtigen Anſchauung über die zur

Bildung einer bestimmten Gewichtsmenge von Hefe erforderlichen Gewichtsmengen der verschiedenen Nährstoffe zu gelangen, müssen wir die über die Zusammensetzung der Hefe vorliegenden Analysen zu Rathe ziehen.

100 Gewichtstheile Hefe enthalten zwischen 2,8 und 8,9 Percent Asche und zwar:

	Oberhefe
nach Wagner und Schloßberger .	2,8 pCt.
„ Bull	8,9 „
„ Mitscherlich	7,7 „
	Unterhefe
„ Schloßberger	3,5—4,0 pCt.
„ Wagner	5,3 „
„ Mitscherlich	7,5 „

Um daher 100 Gewichtstheile Oberhefe zu produciren, wird die zur Vermehrung der Hefe dienende Nährflüssigkeit 8,9, oder in runder Zahl 9 Gewichtstheile Aschensalze enthalten müssen und giebt uns die quantitative Zusammensetzung der Hefeasche ein Mittel an die Hand, das richtige Verhältniß zwischen den einzelnen Bestandtheilen der Hefeasche herzustellen.

Nach Mitscherlich enthalten nämlich 100 Theile Asche von

	Oberhefe	Unterhefe
Phosphorsäure	53,9	59,9
Kali	39,8	28,3
Natron . . .	—	—
Magnesia . .	6,0	8,1
Kalk	1,0	4,3
Kieselsäure . .	Spuren	—
	100,7	100,1

Diese Körper sind in der Asche in Form von phosphorsauren Salzen mit einander verbunden und berechnet sich die Zusammensetzung der Asche, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, folgendermaßen:

die Asche von Oberhefe		Unterhefe enthält:
Phosphorsäure gebunden	41,8	39,5
an Kali	39,8	28,3
Phosphorsaure Magnesia	16,8	22,6
Phosphorsaurer Kalk .	2,3	9,7
	100,7	100,1

Wenn man daher eine Nährflüssigkeit für Oberhefe ganz auf künstlichem Wege darstellen wollte, so würde man derselben, um in ihr eine der Aschemenge entsprechende Hefemenge produciren zu können, die eben angegebenen Verbindungen in den obenstehenden Verhältnissen zusetzen müssen. Es kommt in der Praxis bisweilen vor, daß, trotzdem man scheinbar alle Bedingungen erfüllt hat, welche

zur kräftigen Hefeproduction nothwendig sind, letztere doch nicht in befriedigender Weise vor sich geht und liegt die Ursache dieser Erscheinung dann meistens in dem unrichtigen Verhältnisse der Nährsalze unter einander. Wenn z. B. das phosphorsaure Kali schon ganz zur Bildung von Hefe verbraucht ist, die Flüssigkeit aber noch genügende Mengen der anderen Nährsalze enthält, so kann eine weitere Production von normaler Hefe offenbar nicht mehr stattfinden, indem es an einem wichtigen Nährstoffe fehlt; man kann jedoch durch directen Zusatz von phosphorsaurem Kali das richtige Verhältniß wieder herstellen und wird dann die Hefeproduction wieder in normaler Weise fortschreiten.

Ein solcher Zusatz wird offenbar als ein rationeller anzusehen sein und wird man ihm nicht den Namen eines „Kräftigungsmittels der Hefe" versagen können; leider hat sich auch dieses Gegenstandes eine unlautere Industrie bemächtigt und werden unter der Benennung „Hefekräftigungsmittel" Recepte und Präparate zu hohen Preisen verkauft, deren Angaben, respective Zusammensetzung eine solche ist, daß es Jedem, welcher selbst Verständniß und Wesen der Hefe besitzt, sofort klar wird, daß durch Anwendung dieser Vorschriften keine Kräftigung der Hefe bewirkt werden kann.

Während wir mit großer Sicherheit den Bedarf der Hefe an mineralischen Nährstoffen festzustellen wissen, befinden wir uns bezüglich der übrigen Nährstoffe bei weitem nicht in der gleichen günstigen Lage. Die Mengen der einzelnen Elemente, welche in der Hefe gefunden wurden, schwanken zwar in nicht sehr weiten Grenzen, wir kennen aber zur Zeit die Verbindungen, welche in der Hefe vorkommen, noch viel zu wenig, um uns ein nur einigermaßen klares Bild darüber zu verschaffen, in welcher Weise die einzelnen Elemente gruppirt sind.

Schloßberger fand in	Oberhefe	Unterhefe
Kohlenstoff	50,05—49,84	48,03—47,93
Wasserstoff	6,52— 6,70	6,25— 6,69
Stickstoff	11,84—12,44	9,80— 9,77
Sauerstoff	31,59—31,02	35,92—35,61
	100,00 100,00	100,00 100,00

oder im Durchschnitt nach Abrechnung der Asche in

	Oberhefe	Unterhefe
Kohlenstoff	49,9	48,0
Wasserstoff	6,6	6,5
Stickstoff.	12,1—11,6	9,8
Sauerstoff	31,4	35,7
Asche	2,5	3,5

Zu den in vorstehenden Analysen genannten Körpern sind noch sehr kleine Mengen von Schwefel und Phosphor zu rechnen, welche als Bestandtheile gewisser in der Hefe vorkommenden organischen Verbindungen anzusehen sind.

Eine der neuesten und umfassendsten Untersuchungen über die Hefe ist jene, welche von Nägeli ausgeführt wurde, und hat auch Nägeli eine Untersuchung

über die Mengen bestimmter Verbindungen angestellt, welche sich in der Hefe vorfinden. Es enthielten 100 Theile untergähriger Hefe mit 8 Percent Stickstoffgehalt:

Cellulose und Pflanzenschleim	37
Gewöhnliches Albumin	36
Leicht zersetzbares glutin-caseïnartiges Protein	9
Peptone (durch Bleiessig fällbar)	2
Fett	5
Asche	7
Extractivstoffe	4
	100

Es ist selbstverständlich, daß alle hier aufgezählten in der Hefe vorkommenden Körper aus jenen Verbindungen gebildet werden müssen, welche in der Nährflüssigkeit vorkommen, in welcher die Hefe lebt; die chemischen Processe, welche aber hierbei vor sich gehen, sind aber noch nicht erkannt und kann man höchstens Vermuthungen in dieser Richtung aussprechen. Es erscheint z. B. wahrscheinlich, daß die Cellulose und der Pflanzenschleim unmittelbar aus dem in der Nährflüssigkeit enthaltenen Zucker entstehen; bewiesen ist dies aber zur Zeit noch nicht. Während man in früherer Zeit der Ansicht huldigte, daß das Fett aus den Kohlehydraten entstehe, halten gegenwärtig viele Forscher es für wahrscheinlicher, daß das Fett durch Veränderung von Eiweißkörpern gebildet werde, somit, falls diese Anschauung die richtige ist, seinen Ursprung in der Hefe aus stickstoffhaltigen Verbindungen nehme. Wie außerordentlich groß der Bedarf der Hefepflanze an stickstoffhaltigen Verbindungen ist, geht übrigens schon aus der vorstehend angeführten Analyse hervor, die stickstoffhaltigen Körper machen allein 47 pCt. vom Gewichte der Hefe aus; wenn wir den Satz von der Abstammung des Fettes aus Eiweißverbindungen als richtig annehmen, so sind diesen 47 pCt. noch mindestens 5 pCt. hinzu zu rechnen und ergiebt sich somit ein Bedarf an stickstoffhaltigen Körpern, welcher mindestens 52 pCt. von den Stoffen ausmacht, welche nothwendig sind, um 100 Theile Hefe zu bilden. Wenn wir annehmen, daß jene Körper, welche Nägeli als Extractivstoffe anführt, stickstofffrei seien, so ergeben sich 41 pCt. stickstofffreie Körper und müßte demnach eine Nährflüssigkeit, welche im Stande ist Hefe so lange zu ernähren, bis aus einem Gewichtstheile Hefe hundert Gewichtstheile geworden sind, im Mittel enthalten

Stickstofffreie Körper (Kohlehydrate)	41 pCt.
Stickstoffhaltige „ (Peptone, Albuminate)	52 „
Mineralstoffe (Phosphate)	7 „

Welche die nähere Beschaffenheit dieser Körper sein müsse, ist nach dem, was wir über diesen Gegenstand schon angeführt haben, nicht schwierig darzulegen: da direct gährungsfähige Zuckerarten, wie Glucose und Maltose, am raschesten von der Hefe assimilirt werden, wird man ihr zweckmäßig einen dieser Körper zur Verfügung stellen. Da Peptone vortreffliche Nahrungsmittel für die Hefe

sind, wird man ihr diese darbieten. Daß die Mineralstoffe, welche man der Hefe zu liefern hat, vorzugsweise Phosphorsäure, Magnesia und Kalk sein müssen, erhellt aus den oben angeführten Aschenanalysen.

Es ist hier zu bemerken, daß wir obige Zahlenangaben nicht so verstanden wissen wollen, als wenn dieselben in Wirklichkeit ausreichen würden, um 100 Theile Hefe zu produciren. — In dem Maße, in welchem nämlich die Körper von der Hefe assimilirt und zur Production neuer Individuen verwendet werden, muß nothwendiger Weise die Concentration der Flüssigkeit abnehmen. Ist dieselbe aber unter ein gewisses Maß gesunken, so wird die Ernährung der Hefe nur mehr träge vor sich gehen und würde es sehr geraume Zeit dauern, bis die letzten Reste von Nahrungsstoffen aus der Flüssigkeit seitens der Hefe assimilirt sind.

Der Zucker gehört zu jenen Körpern, über deren Assimilation seitens der Hefe wir noch am besten unterrichtet sind, und ist es bekannt, daß sehr lange Zeiträume erforderlich sind, um die nach beendeter Hauptgährung in einer Flüssigkeit hinterbleibenden Zuckermengen vergähren zu machen. Gut vergohrene junge Weine enthalten oft kaum mehr ein Percent Zucker, es dauert aber bisweilen Monate, bis dieser geringe Rest von Zucker aus dem Weine verschwindet. Aehnliche Verhältnisse walten bezüglich der anderen Hefenährstoffe, und ergiebt sich somit der für die Praxis wichtige Satz, daß eine Flüssigkeit, in welcher Hefe vermehrt werden soll, dies nur so lange kräftig zu thun vermag, als die Flüssigkeit noch verhältnißmäßig reich an Nährstoffen ist; sinkt die Menge derselben einmal unter eine gewisse Grenze, so findet die weitere Vermehrung der Hefe so träge statt, daß man die Flüssigkeit als ausgenutzt betrachten muß.

Wenn man wirklich reine Hefe, d. h. solche, welche völlig frei von fremden Organismen ist, zur Verfügung hätte, so könnte man thatsächlich alle in einer Nährflüssigkeit vorhandenen Nährstoffe zur Hefebildung ausnützen; und zwar in der Weise, daß man der Flüssigkeit, nachdem einmal der Gehalt derselben an Nährstoffen bis auf ein gewisses Maß herabgesunken ist, neue Nährstoffe in Form concentrirter Lösungen zuführt und sie hierdurch zur Production neuer Hefemengen geeignet macht; die Production von immer neuen Hefemengen könnte auf diese Weise durch sehr lange Zeit ohne jede Unterbrechung fortgesetzt werden.

Bis nun ist das vorstehend angedeutete wohl nur eine theoretische Betrachtung, indem wir bis jetzt noch nicht im Stande sind, Hefe von absoluter Reinheit in großem Maßstabe darzustellen, und bei Anwendung von unreiner Hefe bei fortgesetzter Züchtung endlich die in ihr vorhandenen fremden Fermente sich so vermehren würden, daß man den Proceß unterbrechen müßte; es steht aber zu erwarten, daß es gelingen werde, Hefe auch im Großen, in reinem Zustande zu cultiviren und ist es dann auch möglich, die Nährflüssigkeit immer so zu regeln, daß man ihr nach einer gewissen Zeit wieder genau so viel an Nährstoffen zufügt, als ihr durch die neugebildete Hefe entzogen wurde, die Concentration der Nährflüssigkeit somit dieselbe bleibt.

Daß übrigens auch bei Erfüllung dieser Vorbedingungen die Cultur der Hefe in einer Flüssigkeit nicht beliebig lange fortgesetzt werden kann, sondern nach

einer gewissen Zeit unterbrochen werden muß, erhellt schon daraus, daß die Hefe nicht blos aus der sie umgebenden Flüssigkeit Körper aufnimmt, sondern auch fortwährend solche an sie abgiebt. Haben sich aber einmal diese Ausscheidungsstoffe bis zu einer gewissen Menge in der Flüssigkeit vermehrt, so muß letztere als ungeeignet zur Züchtung weiterer Hefemengen bezeichnet werden.

Wir haben bei der Besprechung der Darstellung von Kunsthefe gesehen, daß man bemüht ist, in der Nährflüssigkeit eine große Menge von stickstoffhaltigen Körpern gelöst zu erhalten, um der Hefe reichliche Nahrung zuzuführen; daß die Hefe auch viel reichliche Zuckermengen vorfindet, als sie zur eigenen Ernährung bedarf, ist bei der Kunsthefe ohne Belang; dieser Zucker wird später vergährt, wenn die Hefe zur süßen Maische gesetzt wurde. Wollte man aber in dem Falle, in welchem es nur auf die Vermehrung der Hefe ankommt, so zuckerreiche Nährflüssigkeiten verwenden, so würde die Hefemehrung nur bis zu einer gewissen Grenze rasch vor sich gehen; der durch die sehr stürmisch auftretende Gährung sich in der Flüssigkeit in großen Mengen anhäufende Alkohol würde der Hefevermehrung sehr hemmend entgegentreten. Es wird daher rationell erscheinen, die der Hefe als Nahrungsmittel zu reichende Zuckermenge so weit zu reduciren, als möglich, ohne hierdurch die Vermehrung der Hefe zu schädigen.

Soweit theoretische Forschungen vorliegen, ist das Bedürfniß der Hefepflanze an Zucker, welchen sie wirklich zum Aufbau ihres Körpers verwendet, ein sehr geringes und bietet uns die Pasteur'sche Gährungsgleichung hierüber einige Anhaltspunkte. Nach Pasteur bilden sich aus 100 Theilen Zucker durch den Gährungsvorgang:

Alkohol	48,40
Kohlensäure	46,60
Glycerin	3,30
Bernsteinsäure	0,61
Cellulose, Fett u. s. w. . . .	1,20
	100,00

Nach dieser Gleichung werden also von 100 Gewichtstheilen Zucker, welche sich in einer gährenden Flüssigkeit befinden, nur 1,2 Gewichtstheile zum Aufbau des Organismus der Hefe verwendet; es müßte demnach das Vorhandensein von einigen Percenten Zucker neben den stickstoffhaltigen und mineralischen Nährstoffen in einer Flüssigkeit vollständig ausreichend sein, um die Hefepflanze zur kräftigen Vermehrung zu bringen, ohne daß stärkere Gährung in der Flüssigkeit stattfindet.

Die Praxis hat die Richtigkeit dieser theoretischen Untersuchungen zum großen Theile jetzt schon bestätigt; während man es früher für unmöglich hielt, Hefe zu vermehren, ohne daß hierbei die Gährung stattfindet, zeigt gegenwärtig der Versuch, daß dies allerdings möglich sei und bedingt dieser Umstand in der Fabrikationsmethode von Hefe einen großen Umschwung; während man früher nur Hefeproduction und Alkoholbildung stets vereint betrieb und die Hefe nur als Nebenproduct gewann, versucht man gegenwärtig schon Hefe im Großen zu erzielen, ohne daß gleichzeitig Alkohol entsteht und zwar in der Weise, daß man

sich Nährflüssigkeiten darstellt, welche große Mengen von stickstoffhaltigen und mineralischen Nährkörpern aber nur geringe Quantitäten von Zucker enthalten.

Bis nun sind die neuen auf diesem Principe beruhenden Fabrikationsmethoden noch zu kurze Zeit bekannt, als daß es möglich wäre ein ganz feststehendes Urtheil über dieselben abzugeben — manche dieser Methoden sind auch noch nicht genügend ausgebildet, um jetzt schon Eingang in die Praxis finden zu können, es ist jedoch zu erwarten, daß die Schwierigkeiten, welche sich gegenwärtig dem noch entgegen stellen, beseitigt werden können.

Wir führen unten die Zusammensetzung aller überhaupt zur Darstellung von Hefe verwendeten Körper an; aus den Zahlenverhältnissen zwischen den stickstoffhaltigen und stickstofffreien Körpern, welche in den einzelnen Stoffen enthalten sind, ergiebt sich die Thatsache, daß gerade die kostspieligen Materialien jene sind, welche zur Ernährung von Hefe weniger zweckmäßig zu verwenden sind, als gewisse, sehr billig zu beschaffende Körper.

REESE LIBRARY
UNIVERSITY
CALIFORNIA.

II. Die zur Ernährung von Hefe verwendeten Materialien.

Wenn es einmal möglich sein wird, die Maltose und die Peptone um geringen Preis in ganz reinem Zustande zu erhalten, wird man thatsächlich Hefenährlösungen darstellen können, welche ganz bestimmte Mengen von Hefe zu produciren im Stande sind und welche sehr lange zur Production immer neuer Hefemengen benutzt werden können, wenn man ihnen unter Erhaltung der ursprünglichen Concentration in dem Maße Maltose, Peptone und Salze zuführt, in welchem diese Körper von der Hefe verzehrt werden. Bis nun ist man aber noch nicht auf diesen Standpunkt gelangt und verwendet als Nährmaterialien für die Hefe zweckmäßig solche Körper, welche sich in Bezug auf ihre Zusammensetzung jener der oben angeführten Nährflüssigkeit der Hefe nähern.

Die Getreidearten.

Wie bekannt, zeichnen sich die Getreidearten durch einen großen Reichthum an stickstoffhaltigen Körpern und Phosphaten neben großen Mengen von Kohlehydraten aus; es werden somit die Getreidearten alle Stoffe enthalten, deren die Hefepflanze zu ihrer Ernährung bedarf und handelt es sich nur darum, jenes Getreide auszuwählen, in welchen das Verhältniß der Stoffe gerade ein solches ist, daß es sich dem Nahrungsbedürfnisse der Hefe an den einzelnen Körpern möglichst nähert.

Der Reis wird in sofern kein für die Ernährung von Hefe besonders geeignetes Material sein, als er unter allen Getreidearten die an stickstoffhaltigen Körpern und Salzen ärmste und an Stärkemehl reichste ist, er enthält im Mittel nur 5,069 pCt. Eiweißkörper*), aber 82,296 pCt. Stärkemehl; ihm zunächst steht der Mais mit 7,914 pCt. Eiweißstoffen und 63,744 pCt. Stärkemehl; der Hafer

*) Vergl. Band II, Seite 49.

enthält 9,043 pCt. stickstoffhaltige Körper und 50,337 Stärkemehl; der Roggen 10,749 pCt. Stickstoffverbindungen und 55,519 pCt. Stärke; Gerste enthält 12,265 Percent Eiweiß, 48,264 pCt. Stärke und in Weizen findet sich 13,537 pCt. Eiweiß neben 56,864 pCt. Stärkemehl.

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich, daß in keinem Getreide das Verhältniß zwischen stickstoffhaltigen Körpern und Kohlehydraten ein solches ist, wie es die Hefe zu ihrer Ernährung beansprucht: der Gehalt an Stärkemehl, resp. der aus dem Stärkemehl gewinnbaren Maltose ist in allen ein relativ viel größerer, als von der Hefe beansprucht wird. Wenn man daher Hefe in einer Nährflüssigkeit züchtet, welche durch Verflüssigung von Getreide gewonnen wird, so wird sich ein Ueberschuß von Maltose ergeben und wird die Hefe diesen Ueberschuß vergähren. Bei der Fabrikation von Hefe ist aber die Gährwirkung derselben nicht nur Nebensache, sondern sogar eine nicht erwünschte Erscheinung und wird man daher nach anderen Körpern suchen müssen, welche relativ mehr Stickstoffverbindungen und weniger Stärkemehl enthalten.

Der Begriff „Eiweißgehalt" in der Zusammensetzung der Getreidearten darf durchaus nicht mit jenem „Hefenährstoff" verwechselt werden, indem nur ein Theil der in den Getreidearten enthaltenen Eiweißkörper überhaupt in Lösung zu bringen ist und sich von diesen wieder nur ein gewisser Theil in solche Form überführen läßt, in welcher er zur Ernährung von Hefe geeignet ist. Von mehreren Getreidearten ist nicht jene, welche die absolut größte Menge von Albuminaten enthält, für die Zwecke der Hefefabrikanten die werthvollste, sondern jene, aus welcher die größte Menge von Hefenährstoffe gewonnen werden kann.

Wir verdanken in dieser Beziehung einer Untersuchung Heinzelmann's sehr wichtige Daten über den Gehalt des Getreidesorten an stickstoffhaltigen Körpern und deren Bedeutung für die Preßhefegewinnung. Derselbe verarbeitete Roggen, dessen Eiweißgehalt zwischen 6,6 und 13,5 pCt. schwankte und erhielt auch aus dem an Eiweiß reicheren Materiale reichere Hefeausbeute, ohne daß dieselbe jedoch in dem Maße größer wurde, als der Stickstoffgehalt zunimmt. Heinzelmann versuchte den Werth der Körnerfrüchte für die Hefefabrikation nach deren Gehalt an wasserlöslichen stickstoffhaltigen Substanzen festzustellen und sind die Ergebnisse seiner Untersuchungen in folgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle I.

	Gehalt des Kornes an Protein in Percenten	Gehalt des Kornes an in Wasser löslichem Protein bei fünfstündigem Erhitzen auf ° C.								Gehalt an lösl. Protein bei dreistünd. Erhitzen auf 135° C. mit 0,1% Schwefelsäure
		15°	50°	60°	65°	70°	115°	125°	135°	
Roggen I. .	6,6	3,7	4,5	4,0	3,4	3,4	2,9	—	5,3	—
„ II. .	8,56	—	—	—	—	—	3,2	4,1	5,0	—
„ III. .	11,5	3,9	4,5	4,2	3,5	3,5	3,7	5,1	6,6	—
„ IV. .	13,5	4,0	5,0	—	—	3,9	—	—	5,9	7,1
Amerik. Mais	8,9	0,97	0,94	0,9	0,84	0,77	0,94	1,67	2,34	—

Tabelle II.

	Gehalt des Kornes an Protein in Percenten	Von 100 Theilen Protein sind demnach gelöst in Wasser								in 0,1 pCt. Schwefelsäure
		15°	50°	60°	65°	70°	115°	125°	135°	135°
Roggen I. .	6,6	56,2	68,5	61,4	51,4	51,4	44,8	—	81,1	—
„ II. .	8,56	—	—	—	—	—	37,6	47,9	58,7	—
„ III. .	11,5	33,8	39,4	36,7	30,9	30,9	32,7	45,1	57,4	—
„ IV. .	13,5	30,0	37,2	—	—	28,8	—	—	44,0	52,7
Amerik. Mais	8,8	10,9	10,5	10,1	9,4	8,9	10,6	18,7	26,2	—

Die erste Colonne der beiden Tabellen giebt den Gesammtgehalt des Kornes an Eiweißstoffen an; die nächstfolgenden Colonnen in Tabelle I zeigen den Gehalt an in Wasser löslichen Eiweißstoffen auf 100 Gewichtstheile Getreide, und die Colonnen in Tabelle II den Gehalt an löslichen Eiweißstoffen auf 100 Theile im Getreide vorhandenen Gesammt-Eiweißstoffen bezogen.

Heinzelmann zieht aus den Ergebnissen seiner Untersuchungen folgende Sätze:

1. Der Gehalt der Körnerfrüchte an Gesammt-Stickstoff ist nicht maßgebend für die Hefeausbeute. Roggen I mit nur 6,6 pCt. Gesammtprotein, enthält eben so viel lösliches Protein, nämlich 4,5 pCt., wie Roggen III mit 11,5 pCt. Gesammtprotein. Roggen IV mit 13,5 pCt. Gesammtprotein übertrifft allerdings die Sorten I und III an löslichem Protein, aber doch nicht dem Mehrgehalt an Gesammtprotein entsprechend: Es ist aber nothwendig, die Werthbestimmung des Roggens zu basiren auf den Gehalt an löslichem Protein.
2. Bei einer Temperatur von 50° C. geht bedeutend mehr Protein in Lösung als bei 15° C.
3. Bei 60° C. beginnt bereits eine Ausscheidung von Protein. Die Maischtemperatur der Preßhefefabriken müßte daher unter 60° C. liegen.
4. Die Coagulation von Protein ist bei 65° C. bereits sehr stark und hält sich dann unverändert bis zu einer Temperaturerhöhung auf 115° C. Ein Theil der Proteinkörper ist also auch über Siedetemperatur nicht coagulirbar.
5. Bei einer Steigerung der Temperatur auf 125° C. bringt der Hochdruck schon Protein in Lösung.
6. Eine Erhöhung auf 135° C. genügt, um selbst bedeutend mehr Protein aufzuschließen, als bei 50° C. in Lösung zu bringen war.
7. Am stärksten ist die Wirkung einer 0,1 percentigen Schwefelsäure bei 135° C.
8. Der Mais, obgleich reich an Gesammtprotein, erscheint als ein recht mangelhaftes Rohmaterial der Preßhefefabrikation, denn derselbe enthält

nur 1,0 percentiges lösliches Protein. Doch wäre es gewagt, auf die eine vorliegende Untersuchung hin ein allgemeines Urtheil zu fällen.

9. Auch bei dem Mais wirkt der Hochdruck bei Temperaturen von 125° bis 135° C. stark aufschließend auf das Protein.

Die Zahlen, welche sich aus der vorstehend angeführten Versuchsreihe ergeben, zeigen deutlich, daß durch das Dämpfen des Getreides nicht nur eine bessere Aufschließung des Stärkemehles, sondern auch der stickstoffhaltigen Körper stattfindet und erscheint es demnach nicht mehr zweifelhaft, daß auch bei der Darstellung von Maischen, welche zur Hefegewinnung dienen sollen, das Hochdruckverfahren dasjenige ist, welches die besten Resultate liefert.

Die Hefepflanze, welche man in den Maischen, die man aus den verschiedenen Getreidearten darstellt, cultivirt, ist zwar in allen Fällen ein und derselbe Körper, die Masse aber, welche man als „Preßhefe" in den Handel bringt, zeigt verschiedenes Aussehen, je nachdem sie aus verschiedenen Getreidemaischen bereitet wird. Am meisten wird Seitens der Praktiker jene Preßhefe geschätzt, welche man aus Roggenschrot und Gerstenmalz erhält, indem sie jene Eigenschaft, die als Kennzeichen einer guten Hefe gilt: eine sehr helle beinahe weiße Farbe, in hervorragender Weise zeigt.

Der Weizen wird in soferne weniger für die Darstellung von Maischen geschätzt, aus welchen Hefe gewonnen werden soll, weil sich erfahrungsmäßig die Hefezellen aus der Maische schwieriger abscheiden und daher durch Abschöpfen der Hefe von der Oberfläche der Maische nur ein Theil der Hefe gewonnen werden kann. Diese Schwierigkeit ergiebt sich aber nur, wenn man nach dem alten Verfahren der Hefefabrikation arbeitet; nach den neueren Verfahren ist es nicht schwierig, der Maische eine solche Beschaffenheit zu geben, daß sich die Hefe leicht von der Flüssigkeit trennen läßt.

Nach den Fortschritten, welche man in neuerer Zeit in der Kunst der Hefeproduction gemacht hat, erscheint es uns sehr wahrscheinlich zu sein, daß die Darstellung der Hefe unter Anwendung von Getreidemaischen, es sei denn, daß die Hefe blos als Nebenproduct gewonnen wird, als nicht mehr rationell, bald ganz verlassen sein wird, indem wir im Stande sind, der Hefepflanze die ihr nöthigen Nährstoffe auf weit billigere Weise zu verschaffen, als dies durch die Anwendung von Getreidemaischen geschehen kann.

Die Kleien.

Körper, welche relativ mehr Stickstoffverbindungen und weniger Stärkemehl enthalten, sind die Kleien und stellt sich in denselben das Verhältniß zwischen den stickstoffhaltigen und stickstofffreien Körpern viel günstiger als im Getreide.

Weizenkleie enthält	nach Oudemans		nach Anderson	
	Weizenkleie	kurze Kleie von Weizen	Grieskleie von Weizen	Weizenkleie
Asche . . .	6,52	6,26	4,99	6,11
Wasser . . .	14,07	14,27	14,40	12,85

	Weizenkleie	kurze Kleie von Weizen	Grieskleie von Weizen	Weizenkleie
Fett	2,46	2,88	3,88	5,56
Kleber, Albumin	13,46	12,68	15,41	13,80
Dextrin	5,52	5,24	5,71	61,67
Stärke	26,11	29,74	29,31	61,67
Holzfaser	30,80	27,21	25,98	61,67

nach Bibra:

	Weizenkleie	Spelzkleie
Wasser	12,700	13,030
Albumin	3,525	2,375
Pflanzenleim	5,800	7,680
Caseïn	0,220	1,480
In Wasser und Alkohol unlösliche stickstoffhaltige Substanz	8,385	3,800
Zucker	4,320	2,700
Gummi	8,850	12,525
Fett	3,790	5,180
Holzfaser	30,650	28,900
Stärke	21,760	22,330

Nach Bibra enthalten:

	Roggenkleie	Gerstenkleie
Wasser	15,320	12,000
Albumin	2,150	1,740
Pflanzenleim	6,199	4,120
Caseïn	0,750	0,660
Fibrin	9,082	8,323
Gummi	10,400	6,885
Zucker	1,360	1,904
Fett	4,720	2,960
Holzfaser	28,533	19,400
Stärke	21,085	42,008
Gesammtstickstoff	2,802	2,300
Stickstoff in Albumin, Leim und Caseïn	1,395	1,010
Stickstoff in Fibrin	1,407	1,290

Bezüglich der in den Kleien vorkommenden stickstoffhaltigen Körper ist zwar zu bemerken, daß nicht sämmtliche derselben zur Ernährung der Hefepflanze geeignet sein werden oder sich in hierzu geeignete umwandeln lassen; nichts destoweniger wird die Anwendung der Kleien zur Herstellung von Nahrung für die Hefe sehr zu empfehlen sein, indem die Kleien als Nebenproducte der Müllerei billig zu beschaffen sind.

Das Malz.

Das Malz enthält, wie kaum gesagt zu werden braucht, alle Nährstoffe der Hefepflanze und zwar schon in einer günstigen Form, nämlich in einer solchen, daß dieselben durch geeignete Behandlung des Malzes mit Wasser in lösliche Körper übergehen; wenn wir aber das quantitative Verhältniß der Hefenährstoffe unter einander ins Auge fassen, so stellt sich das Malz nicht um vieles besser, als das Rohgetreide. Die nachstehende Zusammenstellung macht das Verhältniß der Bestandtheile des ungemalzten und des gemalzten Getreides ersichtlich. Es enthält:

Nach Schneider

	Gerste	Gerstenmalz	Roggen	Roggenmalz
Eiweißstoffe: lösliche	1,11	2,31	1,04	1,41
Eiweißstoffe: unlösliche	10,84	9,11	12,31	11,32
Stärkemehl	66,32	61,91	67,49	64,19
Dextrin	6,31	7,22	6,87	6,92
Zucker	0,00	0,49	0,00	0,00
Fett	2,93	1,87	2,41	1,91
Zellstoff	9,54	6,24	7,15	6,54
Asche	2,95	2,61	2,73	2,31
Verlust durch den Malzungsproceß	—	8,24	—	5,40
Summe	100,00	100,00	100,00	100,00

	Weizen	Weizenmalz	Hafer	Hafermalz
Eiweißstoffe: lösliche	1,21	1,73	1,02	1,51
Eiweißstoffe: unlösliche	12,14	11,21	13,47	11,12
Stärkemehl	70,20	64,51	60,64	55,34
Dextrin	5,32	5,72	4,78	4,91
Zucker	0,00	0,41	0,00	0,30
Fett	1,87	1,62	6,41	5,91
Zellstoff	7,32	6,54	11,27	8,39
Asche	1,94	1,41	2,41	2,14
Verlust durch den Malzungsproceß	—	6,85	—	10,38
Summe	100,00	100,00	100,00	100,00

Wenn man nebst den Anhaltspunkten, welche die vorstehenden Zahlen über das Verhältniß zwischen den stickstoffhaltigen und stickstofffreien Bestandtheilen im Getreide und dem aus diesem gewonnenen Malze geben, noch die Verluste ins Auge faßt, welche bei der Ueberführung des Getreides in Malz unvermeidlich sind, Verluste, welche zwischen 5,4 und 10,38 betragen, so ergiebt sich, daß vom materiellen Standpunkte aus betrachtet, der Werth des Malzes als Nährmittel für die Hefe noch geringer stellt, als jener des rohen Getreides. Wenn man trotzdem nach den älteren Verfahren, welche zur Production von Hefe angewendet werden, sich immer des Malzes entweder für sich allein oder neben Rohgetreide

	in 100 Theilen
Kalk	5,67
Magnesia	4,36
Phosphorsäure	17,81
Kieselsäure	19,68

und liefern 100 Theile trockene Treber 5,03 pCt. Asche.

Auf den Kühlschiffen, in welchen die heiße Würze in den Brauereien erkaltet, scheiden sich zwei Körper aus der Flüssigkeit aus, deren einer, das Kühlgeläger, von flockiger Beschaffenheit ist, indeß der andere, der sogenannte Bierstein, fest an den Wänden des Kühlschiffes haftet. Das Kühlgeläger enthält neben anderen Stoffen noch namhafte Mengen von Eiweißkörpern und dürfte sich ebenso wie andere Stoffe von ähnlicher Zusammensetzung zur Darstellung von Hefenährlösungen verwenden lassen. Nach Lermer*) hatte ein Bierstein folgende Zusammensetzung:

Wasser	7,000
Organische Substanz	63,757
Aschenbestandtheile	29,243

Der Kleber.

Bei der Fabrikation der Weizenstärke hinterbleibt nach Abscheidung der Stärke die Summe der im Weizen enthaltenen stickstoffhaltigen Körper fast vollständig in jener Substanz, welche man als Kleber bezeichnet und besteht der Kleber aus einem Gemenge mehrerer Proteïnate, welche nach Ritthausen**) aus Gluten-Caseïn, Gliadin, Mucedin und Gluten-Fibrin bestehen.

Die percentische Zusammensetzung dieser Körper ist nach Ritthausen:

	Gluten-Caseïn aus Weizen	Gluten-Caseïn aus Spelt
Kohlenstoff	51,57	52,94	50,98
Wasserstoff	6,83	7,04	6,71
Stickstoff	16,25	17,14	17,31
Sauerstoff	25,24	21,92	24,10
Schwefel	0,81	0,96	0,90

	Gliadin	Mucedin	Gluten-Fibrin
Kohlenstoff	52,76	54,11	54,31
Wasserstoff	7,10	6,90	7,18
Stickstoff	18,01	16,63	16,89
Sauerstoff	21,37	21,48	20,61
Schwefel	0,85	0,88	1,01

*) Dingler's Journal. Band 179.

**) Ritthausen: Die Eiweißkörper der Getreidearten, Oelsamen und Hülsenfrüchte. Bonn 1872.

Wenn man die Proteïnate des Weizenklebers in solche Form bringt, daß sie der Hefe als Nahrung dienen können und mit einer Lösung der übrigen zur vollständigen Ernährung der Hefe dienenden Stoffe: Kohlehydrate und Salze in entsprechendem Verhältnisse mischt, so wird man eine Flüssigkeit darstellen können, welche von solcher Beschaffenheit ist, daß sie ein ausgezeichnetes Nahrungsmittel für die Hefe abgiebt, so daß auch dem Kleber eine wichtige Stelle unter den zur Hefeproduction verwendbaren Körpern zukommt.

Die Schlämpe.

Die bei der Fabrikation von Spiritus aus Kartoffeln unter Anwendung von Malz hinterbleibende Schlämpe sowie auch jene Schlämpe, welche sich bei der Darstellung von Spiritus aus Getreide ergiebt, enthält alle stickstoffhaltigen Körper und Mineralbestandtheile, welche in den ursprünglich angewendeten Materialien enthalten waren. Es wird demnach die Schlämpe als Nährmittel für die Hefe geeignet sein und in richtigem Verhältnisse mit Lösungen von Kohlehydraten gemischt, sogar eine vorzügliche Nährflüssigkeit zur Production von Hefe abgeben.

Es enthielten zwei Proben von Kartoffelschlämpe nach E. Schulze und M. Maercker*)

	I.	II.	
Lösliche Stoffe	53,314	33,718	gr
darin stickstoffhaltige Stoffe	3,796	2,687	„
„ Mineralstoffe	6,794	4,713	„
„ Zucker	9,970	2,607	„
„ Dextrin und sonstige stickstofffreie Körper	32,754	23,711	„
Unlösliche Stoffe	28,234	28,070	„
darin stickstoffhaltige Körper	8,364	8,088	„
„ Stärke	2,016	2,004	„
„ Fett	0,824	0,642	„
„ Mineralstoffe	1,900	2,282	„
„ Holzfaser und sonstige stickstofffreie Körper	15,130	12,054	„
Somit in einem Liter Schlämpe insgesammt feste Bestandtheile	81,548	61,788	„

Das Verhältniß sämmtlicher stickstoffhaltigen Körper und jenes der stickstofffreien beträgt demnach in 1 Liter Schlämpe (die Holzfaser und Fett abgerechnet) in der

	Probe I	Probe II
Stickstoffhaltige Körper	12,160	10,775
Stickstofffreie Körper	44,740	28,322

*) Journal für Landwirthschaft 1872. Seite 198 und 199.

Die Probe II, welche offenbar von einer besser vergohrenen Maische herstammt, enthält daher die stickstoffhaltigen Körper in einem Verhältnisse zu den stickstofffreien, wie nahezu von 1 zu 3; nachdem aber hauptsächlich der Zucker als Nährmittel in Betracht kommen dürfte (indem Dextrin nur bei Gegenwart von wirksamer Diastase von der Hefe assimilirt werden kann) so stellt sich das Verhältniß zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Körpern in Bezug auf erstere noch günstiger.

Die Zusammensetzung der Schlämpeasche ist nach E. v. Wolff die folgende:

100 Theile trockene Kartoffelschlämpe enthalten:

Gesammtasche	9,460	auf 100 Theile Asche kommen:
Kali	4,237	44,79
Natron	0,725	7,66
Kalk	0,492	5,20
Magnesia	0,806	8,52
Eisenoxyd	0,165	1,74
Phosphorsäure . . .	1,846	19,51
Schwefelsäure . . .	0,671	7,09
Kieselsäure	0,312	3,30
Chlor	0,267	2,82

Wie diese Analyse zeigt, ist die Asche der Kartoffelschlämpe sehr reich an Kali und Phosphorsäure und enthält dieselbe außerdem noch Kalk und Magnesia, somit sämmtliche mineralischen Nährstoffe, welche zur Ernährung der Hefe nothwendig sind.

Die Hülsenfrüchte.

Im Anhange zu jenen Materialien, welche zur Fabrikation von Hefe verwendet werden können, mögen hier noch die Hülsenfrüchte erwähnt werden, welche sich, wenn sie nicht ein zu kostspieliges Material bilden würden, wohl sehr vortheilhaft zur Production an Hefe eignen könnten, indem sie reich an Proteïnaten und zwar an Legumin und Albumin sind.

Nach Pott*) enthalten:

	Wasser	Eiweiß	Fett	Stärkemehl	Rohfaser	Asche
Erbsen aus Cherson .	12,80	23,12	2,32	55,73	3,60	2,43
Platterbsen aus Cherson	11,01	26,05	1,88	56,13	3,87	3,06
Platterbsen aus Jekaterinoslaw	11,80	23,28	1,98	57,46	3,11	2,37
Bohnen aus Jekaterinoslaw	11,65	23,32	2,46	55,35	3,71	3,51
Linsen aus Cherson . .	11,77	22,76	2,35	57,19	3,49	2,44
Linsen aus Jekaterinoslaw	11,17	25,36	2,28	55,15	3,27	2,77

*) Pharm. Centralblatt 1859. 750.

In jenen Fällen, in welchen die mercantilen Verhältnisse eine Anwendung von Hülsenfrüchten zum Zwecke der Darstellung eines Hefenährmittels zulassen, wird man sich derselben hierfür gewiß mit Vortheil bedienen können. Das Hauptaugenmerk sollte jedoch immer auf jene Materialien gerichtet werden, welche als Nebenproducte gewonnen werden und geringen Geldwerth besitzen, wie dies z. B. bei der Schlämpe der Fall ist; durch die Verwerthung der Schlämpe als Nährmittel der Hefe läßt sich ein unmittelbar verkäufliches und gut bezahltes Product gewinnen, während die Schlämpe als Fütterungsmaterial nur nach gewisser Zeit mäßigen Nutzen abwirft.

III. Die Beschaffenheit der Stellhefe.

In allen Gährungsgewerben spielt die Beschaffenheit der Hefe, deren man sich zur Einleitung der Gährung bedient, eine sehr wichtige Rolle und ist man immer bestrebt, Hefe zur Verfügung zu haben, welche sich besonders durch zwei Eigenschaften auszeichnet: sie soll rein sein und sich in solchem Zustande befinden, daß sie, in eine gährungsfähige Flüssigkeit getaucht, in derselben sofort weiter vegetirt und zugleich lebhafte Gährung einleitet. Bei der Darstellung von Preßhefe müssen diese beiden Factoren gleichfalls wohl beachtet werden, indem man die Hefe ja nur zu dem Zwecke verwendet, um vollkommen normale, kräftige Gährungen einzuleiten.

Der Besitz einer möglichst „reinen", das heißt von anderen Fermenten freien Hefe ist für jeden Gährungstechniker eine höchst wichtige Sache: besitzt er eine sehr reine Hefe und weiß er ihr diese Eigenschaft zu erhalten, so kann er durch lange Zeit ohne jede Störung fortarbeiten; die von einer Gährung abfallende Hefe dient zur Einleitung künftiger Gährungen und könnte der Theorie nach eigentlich ins Unendliche hierfür dienen.

Es ist aber aus der Praxis bekannt, daß man keineswegs mit einer Hefe beliebig lang fortarbeiten kann; bisweilen ist man sogar gezwungen, in ganz kurzen Zwischenräumen mit der Hefe zu wechseln, indem die bisher verwendete Hefe schlechte Gährungen ergab. Wie ungemein oft derartige Störungen des Betriebes in Folge einer schlechten Beschaffenheit der Hefe vorkommen, wird ja schon dadurch bewiesen, daß mit Stellhefe, namentlich für die Zwecke der Bierbrauerei, reger Handel getrieben wird.

Für den Hefefabrikanten ist der Besitz guter Stellhefe eigentlich das wichtigste Moment seines ganzen Gewerbes: wenn ihm solche zur Verfügung steht, so wird er bei genügender Umsicht nicht nur ohne jede Störung fortzuarbeiten im Stande sein, sondern er wird sich auch für sein Product sehr leicht Absatz sichern können. Der Hefefabrikant befindet sich aber den anderen Gährungs-

technikern gegenüber in einer etwas schwierigeren Lage, soweit es sich um Reinhaltung der Hefe handelt.

Das endliche Unbrauchbarwerden einer Hefe läßt sich auf zwei Hauptursachen zurückführen; die Hefe wird entweder „schwach" oder „unrein", in beiden Fällen liefert sie aber fürderhin schlechte Gährungen.

Das „Schwachwerden" der Hefe (d. i. Abnahme ihrer vergährend wirkenden Kraft) läßt sich darauf zurückführen, daß die Hefe durch zu lange Zeit gänzlich verhindert war, freien Sauerstoff aufzunehmen und in Folge dessen anfängt an Energie in Bezug auf ihre vergährend wirkende Kraft einzubüßen. Wir besitzen in einer reichlichen Luftzufuhr ein einfaches Mittel, um eine schwach gewordene Hefe so zu kräftigen, daß sie wieder durch eine Zeit lang völlig normale Gährwirkungen hervorzurufen im Stande ist. Das „Schwachwerden" kann selbstverständlich auch bei einer sonst ganz reinen Hefe vorkommen und ist ohne weiteren Belang, da man dieser Erscheinung leicht abhelfen kann. Bei der Fabrikation von Hefe wird man übrigens seltener Gelegenheit haben, das Schwachwerden der Hefe zu beobachten, indem durch die Art der Fabrikation die Hefe viel mehr mit Luft in Berührung kommt, als in jenen Fällen, in welchen die Hefe dazu benutzt wird, um eine Flüssigkeit vollständig vergähren zu machen und sogleich ein Theil der neugebildeten Hefe wieder als Stellhefe für die nächste Gährung verwendet wird.

Weit gefährlicher ist das „Unreinwerden" der Hefe. Jede bis nun in der Industrie verwendete Hefe enthält neben dem Alkoholfermente noch andere Fermentorganismen, am häufigsten Milchsäureferment, Essigferment, oft auch noch jene bis nun gar nicht näher gekannten Organismen, welche wir als Spaltpilze bezeichnen. Bei längerem Gebrauch einer solchen Hefe kommt es (wohl meistens in Folge Außerachtlassung einer Vorsichtsmaßregel in Bezug auf die Temperatur oder die Beschaffenheit der Nährflüssigkeit) dahin, daß sich die neben dem Alkoholfermente vorhandenen fremden Fermente so stark vermehren, daß die durch sie gebildeten Gährungsproducte in größeren Mengen in der Flüssigkeit erscheinen, z. B. Milchsäure in Spiritusmaischen und im Biere, und die Fortentwickelung des Alkoholfermentes durch sie behindert wird. Gewisse Fermente, welche als Hauptgährungsproduct Körper aus der Reihe der sogenannten „fetten Säuren" liefern (Essigsäure-, Buttersäureferment), wirken in dieser Beziehung besonders schädlich und vermögen sogar das Alkoholferment ganz lahm zu legen.

Nachdem der Hefefabrikant öfter als jeder andere Gährungstechniker in die Lage kommt Hefe zum „Anstellen" zu verwenden, das heißt auf neue Nährflüssigkeit zu übertragen, so hat er auch in höherem Maße als jener mit den Schwierigkeiten zu kämpfen, welche durch das Unreinwerden der Hefe entstehen können. Er muß daher ganz besonders bestrebt sein, sich auf einfache Weise möglichst reine Stellhefe zu verschaffen, um so oft als dies die Umstände erheischen, die schlecht gewordene Hefe durch vollkräftige ersetzen zu können und sein Gewerbe ohne Störung fortzuführen.

Wenn es auch bis nun nicht gelungen zu sein scheint, absolut reine Hefe zu erzielen, sind in den letzteren Jahren unsere Kenntnisse über die Lebensbedingungen der Fermente so weit fortgeschritten, daß wir im Stande sind, durch Anwendung einiger Kunstgriffe Alkoholferment zu züchten, welches sehr wenig fremde Fermente enthält und als „sehr reine Hefe" bezeichnet werden kann. Um dieses Ziel zu erreichen, genügt es, der Nährflüssigkeit, in welcher das Ferment cultivirt werden soll, eine solche Beschaffenheit zu geben, daß die Entwickelung des Alkoholfermentes in jeder Beziehung begünstigt wird, indeß jener der anderen Fermente Hindernisse entgegengesetzt werden.

Fassen wir zuerst die chemische Beschaffenheit der Nährflüssigkeit, in welcher die Alkoholhefe vermehrt werden soll, ins Auge, so finden wir, daß in dieser Flüssigkeit die schon oben näher bezeichneten Nahrungsstoffe der Pflanze: stickstoffhaltige und stickstofffreie Verbindungen und Salze in genügender Menge vorhanden sein müssen und daß diese Flüssigkeit zum mindesten eine schwach saure Reaction zeigen soll. Die Alkoholfermente gedeihen aber erfahrungsmäßig noch ganz gut in Flüssigkeiten, welche verhältnißmäßig sehr große Mengen freier Säuren enthalten, so geht z. B. die Vergährung eines 8 bis 9 Tausendstel Säure enthaltenden Traubenmostes sehr leicht vor sich.

Wir wissen aber, daß in Flüssigkeiten, welche beiläufig ein halbes Percent einer freien Säure enthalten, Milchsäureferment und Spaltpilze nur sehr schwer vegetiren, letztere sich wahrscheinlich gar nicht fortentwickeln können. Wir haben daher dadurch, daß wir der Flüssigkeit, in welcher wir reine Hefe zu cultiviren wünschen, eine saure Beschaffenheit ertheilen, ein sehr einfaches Mittel, um die Entwickelung fremder Fermente hintanzuhalten.

Die Gegenwart von freiem Sauerstoff ist der Entwickelung des Alkoholfermentes günstig, sie hemmt aber jene der fremden Fermente; wenn wir daher der Nährflüssigkeit, in welcher Hefe gezüchtet wird, andauernd Sauerstoff zuführen, so wird sich die Hefe rasch vermehren, indeß die Wucherung der fremden Fermente unterdrückt wird.

Das Alkoholferment der Obergährung vermag bis zu 15 pCt. Alkohol in einer Flüssigkeit zu bilden und ist die aus solchen Flüssigkeiten sich ergebende Hefe noch völlig normal; der hohe Alkoholgehalt der Flüssigkeit ist somit dem Hefeorganismus nicht nachtheilig. Er ist es aber entschieden den anderen Fermentorganismen und wird ja wie bekannt, gegohrenen Flüssigkeiten, namentlich Weinen, welche zur Verschiffung nach weit entfernten Ländern bestimmt sind, aus diesem Grunde eine gewisse Alkoholmenge zugefügt.

Um in einer Flüssigkeit, in welcher möglichst reine Hefe cultivirt werden soll, die Entwickelung fremder Fermente vom Anfange an unmöglich zu machen oder doch sehr zu erschweren, empfiehlt es sich, derselben vor der Aussaat der Hefe einen Alkoholzusatz zu machen, welcher zwischen 5 und 10 pCt. beträgt.

Die Temperatur, bei welcher die Alkoholfermente am besten gedeihen, ist bekanntlich bei den verschiedenen Arten der Alkoholfermente eine verschiedene;

die Oberhefe von Saccharomyces cerevisiae gedeiht am besten zwischen 12 und 24° C. und wird man daher zweckmäßig eine zwischen diesen Grenzen liegende Temperatur einzuhalten haben. Die Einhaltung dieser Temperatur bedingt aber noch einen weiteren Vortheil; die fremden Fermente, welche in der Hefe gewöhnlich vorhanden sind, gedeihen nur dann gut, wenn die Temperatur der Flüssigkeit eine viel höhere ist und können dadurch in ihrer Entwickelung zurückgehalten werden, daß man die Temperatur, bei welcher man die Aufzucht der Hefe vornimmt, so nieder hält als dies geschehen kann, ohne daß hierdurch das Wachsthum der Hefe eine Beeinträchtigung erleidet.

Der Versuch zeigt, daß sich in einer Hefe um so mehr fremde Organismen, namentlich Milchsäureferment entwickeln, bei je höher Temperatur die Vegetation der Hefe vor sich geht; *um daher die fremden Fermentorganismen zu unterdrücken, soll die Vegetation der Hefe bei möglichst niederer Temperatur stattfinden.*

Als letzter Factor, welcher bei der Reincultur von Hefe zu beachten ist, haben wir die Menge der ausgesäten Hefe zu nennen. Wenn die oben angeführten Verhältnisse einzuhalten sind und wir säen in der Nährflüssigkeit eine ziemlich große Menge reiner Hefe aus, so wird sich das Alkoholferment rascher vermehren, als die fremden Fermente und wird schon aus dieser ersten Cultur eine Hefe hervorgehen, welche *weniger fremde Fermente enthält als die ursprünglich angewendete.* Ueberträgt man von dieser Hefe wieder in neue Nährflüssigkeit, so wird man, immer die Einhaltung der für die Ernährung des Alkoholfermentes günstigsten Verhältnisse vorausgesetzt, noch reinere Hefe erhalten. Wie weit man es in der Verminderung der fremden Fermente durch diesen Kunstgriff bringen kann, läßt sich übrigens auf streng experimentellem Wege feststellen. Wenn man bei diesen Culturversuchen immer so arbeitet, daß man stets gewisse Flüssigkeitsmengen mit gewissen Hefemengen beschickt, und die letzteren durch bestimmte Zeiten vegetiren läßt, so kann man durch Anwendung des Hefezählapparates sichere Anhaltspunkte über das Verhältniß der Hefevermehrung gewinnen; nimmt man die Zählung in der Weise vor, daß man z. B. zählt, auf wie viele Hefezellen eines der Milchsäuregebilde kommt, so gelangt man auch dahin, sich eine auf bestimmte Zahlen basirte Vorstellung über jenes Verhältniß zu bilden, welches man als die *Reinheitsziffer der Hefe* bezeichnen könnte.

Es muß hier erwähnt werden, daß derartige Bestimmungen sehr oft vorgenommen werden müssen, um zu Ergebnissen zu führen, welchen wirklicher Werth inne wohnt und bildet die Durchführung derselben eine mühevolle und zeitraubende Arbeit. Ein Hefefabrikant, welcher sich aber von dem bisher befolgten rohen, blos auf Empyrie beruhenden Verfahren losreißen und sich wirklich die Errungenschaften der Wissenschaft zu Nutzen machen will, wird nicht umhin können, dieselben auszuführen und sich überhaupt fleißig des Mikroskopes bedienen müssen, um den Zustand seiner Hefe unter beständiger Controle zu haben.

Die Cultur reiner Stellhefe.

Die Cultur einer möglichst reinen Stellhefe unter Beobachtung aller oben angeführten Vorsichtsmaßregeln gelingt am leichtesten, wenn man dieselbe in kleinerem Maßstabe vornimmt, indem man dann im Stande ist, alle Vorgänge leichter zu überwachen und in den angegebenen Grenzen zu erhalten; wir beschreiben nachstehend ein Verfahren der Cultur möglichst reiner Stellhefe, welches wir seinerzeit schon in seinen Grundzügen geschildert*), aber seitdem wesentlich verbessert haben.

Malzauszug, und zwar ein Auszug von hellfarbigem Darrmalz und Auszug von Malzkeimen, bildet ein ausgezeichnetes Nahrungsmittel für Fermente aller Art, so auch für die Hefe und benutzen wir dieselben als Nährflüssigkeit für Hefeculturen. Ein auf gewöhnliche Art durch Extrahiren des Malzes mit Wasser von 60° bereiteter und dann aufgekochter Malzauszug kann aber lebendes Milchsäureferment enthalten, indem dieses Ferment dem Malze sehr häufig anhaftet und bei der Siedhitze des Wassers noch nicht getödtet wird. Das Milchsäureferment wird aber getödtet, wenn man die Flüssigkeit, in welcher es enthalten ist, auf mindestens 111° C. erhitzt.

Um demnach einen Malzauszug zu erhalten, welcher frei von Milchsäureferment ist, bringen wir geschrotetes Malz und Malzkeime in den unten angegebenen Verhältnissen mit Wasser in ein verschließbares Metallgefäß, welches mit einem Rührwerk und einem Sicherheitsventile versehen ist, und erwärmen dieses Gefäß so lange auf 55°—60° C., bis die Wirkung der Diastase in dem Malze vollendet ist, fügen dann die entsprechende Menge von Phosphorsäure in wässeriger Lösung zu und erhitzen langsam auf 111° C.; eine stärkere Erwärmung der Flüssigkeit ist nicht nothwendig, aber auch mit keinem Nachtheile verbunden.

Nach dem Erhitzen auf 111° bleibt das Gefäß in geschlossenem Zustande sich selbst überlassen, bis sein Inhalt auf etwa 20° C. abgekühlt ist; soll die Arbeit in möglichst kurzer Zeit durchgeführt werden, so kann man durch Einsetzen des Gefäßes in kaltes Wasser die Abkühlung beschleunigen. Während des Erkaltens findet durch die Wirkung der freien Säure auf die aus dem Malze gelösten Albuminate die Umwandlung der letzteren in Peptone statt und enthält nunmehr die Flüssigkeit neben einer großen Menge von Peptonen (jenen, welche aus den Malzkeimen gelöst wurden und jenen, welche aus den Eiweißkörpern des Malzes entstanden) noch die aus dem Stärkemehl des Malzes herstammende Maltose; die Gegenwart der freien Phosphorsäure bewirkt eine sehr vollständige Auflösung der Salze und entsteht somit eine Flüssigkeit, welche znr Ernährung von Hefe ungemein geeignet ist. Durch Oeffnen eines am Deckel des Gefäßes angebrachten Hahnes und eines zweiten, welcher sich unmittelbar über dem Boden befindet, wird die Flüssigkeit in das zur Cultur der Hefe dienende Gefäß abgelassen; um alle mitgerissenen Trebertheile zurückzuhalten, läßt man die

*) Allgemeine Hopfen-Zeitung Jahrgang 1879.

Flüssigkeit durch eine Filtrirvorrichtung laufen und unterstützt die Wirkung des Filters durch Luftdruck.

Die Verhältnisse, in welchen wir die einzelnen Körper anwenden, ergeben sich aus nachfolgender Zusammenstellung:

Malzschrot	5,0 kg
Malzkeime	5,0 „
Wasser	40,0 l
Phosphorsäure	100 g
Alkohol (von 95 pCt.)	2 l.

Der Alkoholzusatz erfolgt erst, nachdem die ganze Flüssigkeitsmenge in das Heseculturgefäß filtrirt ist; man erhält beiläufig 32 l Flüssigkeit und wird der Alkohol in einem dünnen Strahl unter fortwährendem Rühren zugegossen.

Das zur Cultur der Hefe dienende Gefäß besteht aus einer kleinen Holzkufe, welche innen lackirt sein soll und einen Deckel besitzt. Am Boden dieses Gefäßes liegt ein Zinnrohr, welches zu einer horizontalen Spirale gerollt und mit vielen engen Löchern versehen ist. Durch einen Kautschukschlauch steht dieses Rohr mit einem hohen Glasgefäß in Verbindung, welches bis zu einem Viertel seiner Höhe mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt ist; das bis fast auf den Boden des Gefäßes reichende Glasrohr ist mit einer Druckpumpe oder einem doppelten Blasebalge verbunden. Ein Hahn dient zur Entleerung der Kufe.

Nachdem man die Flüssigkeit von der oben angegebenen Zusammensetzung in die Kufe gebracht hat, fügt man der ersteren eine sehr kleine Menge einer möglichst reinen und kräftigen Hefe zu, und leitet durch die Spirale, welche nur einige cm über den Boden der Kufe steht, während einiger Minuten einen kräftigen Luftstrom durch die Flüssigkeit. Wie aus der Construction des Apparates hervorgeht, muß die Luft, ehe sie in die Flüssigkeit gelangt, durch die concentrirte Schwefelsäure streichen und wird hierdurch von allen, etwa in ihr enthaltenen Organismen befreit.

In der saueren und mit Sauerstoff gesättigten Nährflüssigkeit, deren Temperatur man zwischen 16 und 20° C. erhält, vermehrt sich die Hefe so rasch, daß binnen wenigen Stunden schon die Flüssigkeit durch die in ihr schwebende Hefe ein milchartiges Aussehen gewinnt; wenn man etwa alle Stunden einmal das Durchblasen von Luft wiederholt, so findet nur sehr schwache Gährung statt und ist in 12 bis 14 Stunden die Hefebildung vollendet. Man läßt sodann, nachdem man durch Einblasen von Luft die in der Flüssigkeit etwa zu Boden gesunkene Hefe aufgeschlämmt hat, den Inhalt der Kufe in ein Gefäß fließen, in welchem die Hefe im Großen weiter gezüchtet werden soll.

Die Wahl der erst zu verwendenden Hefe ist, wie leicht einzusehen, eine Sache von sehr großer Wichtigkeit, indem von der Reinheit dieser Hefe auch die Reinheit der zu cultivirenden Hefe abhängt. Man erhält gewöhnlich eine sehr weiße und kräftige Hefe, wenn man von einer im höchsten Stadium der Gährung befindlichen Spiritusmaische etwa 1 Liter Schaum abnimmt, diesen zur Beseitigung

fremder Körper durch Leinwand seiht, mit einigen Litern Wasser mischt und in ein hohes, enges Glas gießt. Aus der Flüssigkeit scheidet sich bald ein gewisser Antheil von Hefe ab, die überstehende trübe Flüssigkeit wird weggegossen und von der am Boden des Gefäßes hinterbleibenden Hefe wird etwas zum Stellen der Flüssigkeit in die oben beschriebene Flüssigkeit gebracht.

Es ist nämlich eine Erfahrungssache, daß die größten und bestausgebildeten Hefezellen auch ein größeres specifisches Gewicht besitzen, als die anderen und sich auch dem zu Folge aus einer Flüssigkeit eher ablagern als kleine und unentwickelte Zellen. Daß es angezeigt sein wird, sich von der guten Beschaffenheit dieser Hefe, namentlich von dem möglichst Freisein derselben von Milchsäureferment durch die Untersuchung mittelst des Mikroscopes zu vergewissern, ist eine selbstverständliche Sache.

Das angegebene Verfahren der Aufzucht möglichst reiner Stellhefe ist ein in der Praxis sehr leicht durchführbares und soll sowohl beim Beginn der Fabrikation als auch jedesmal vorgenommen werden, als man Mängel in der Beschaffenheit der im großen gezüchteten Hefe beobachtet; so wie jeder Gärtner stets nur solche Samen, welche selbst von kräftigen gesunden Pflanzen herstammen, zur Erziehung neuer Pflanzen wählt, so muß auch der Hefefabrikant und jeder Gährungstechniker überhaupt alle Mühe daran wenden, um in den Besitz einer gesunden und reinen Hefe zu gelangen und bemüht sein, dieselbe durch möglichst viele Generationen in diesem Zustande zu erhalten.

Die Reinzucht von Hefe unter Anwendung von Salicylsäure.

Die Salicylsäure gehört bekanntlich in die Reihe jener Körper, welche, schon in sehr geringen Mengen einer Flüssigkeit zugesetzt, im Stande sind, jede Gährung in derselben zu unterdrücken. Nachdem die Salicylsäure dem menschlichen Organismus ganz unschädlich ist und auf den Geschmack der Flüssigkeiten, in welchen sie in geringen Mengen gelöst ist, gar keinen Einfluß nimmt, hat sie sehr rasch allgemein Eingang zur Conservirung von Nahrungsmitteln, namentlich von Bier, Wein, Früchten u. s. w. gefunden und ist namentlich die Verwendung dieses Körpers zur Conservirung von Bier mit gewissen Vortheilen verbunden, welche bis nun durch kein anderes Conservirungsmittel erreicht werden können.

Die Salicylsäure zeichnet sich nämlich durch die merkwürdige Eigenschaft aus, auf Fermente verschiedenen Ursprunges in verschieden starker Weise einzuwirken. Nach meinen diesbezüglichen Versuchen genügt die Anwesenheit einer gewissen Menge von Salicylsäure in einer gährungsfähigen Flüssigkeit, um die Entwickelung von Spaltpilzen und Milchsäureferment unmöglich zu machen, während sie auf die Entwickelung der Alkoholgährungsfermente noch keinen Einfluß nimmt, ja sogar von letzteren vollständig verzehrt wird, indem sich in der vergohrenen Flüssigkeit keine Salicylsäure mehr nachweisen läßt.

Um die Entwickelung der Alkoholgährungsfermente in einer gährenden Flüssigkeit zu unterdrücken, bedarf man weit größerer Mengen von Salicylsäure, als zur

Unterdrückung der Vegetation des Milchsäureferments und der Spaltpilze, und war nach dem eben angegebenen Verhalten der Salicylsäure gegen die verschiedenen Fermente zu vermuthen, daß es möglich sei, unter Anwendung hierzu geeigneter Mengen von Salicylsäure sehr reine Alkoholhefe zu züchten. Meine diesbezüglichen Versuche lieferten die volle Bestätigung dieser Voraussetzung und gelingt es in der That, durch Anwendung von Salicylsäure bei der Aufzucht von Hefe ein Product zu gewinnen, welches an Reinheit jede andere Hefe hinter sich läßt.

Nachdem, wie erwähnt, der Zusatz einer größeren Salicylsäuremenge auch die Hefe selbst tödtet, so war es von Wichtigkeit, die Grenze zu bestimmen, bis zu welcher man mit dem Salicylsäurezusatz gehen darf, ohne die Hefe zu schädigen, aber die fremden Fermente sicher zu vernichten. Meine Versuche haben ergeben, daß ein Zusatz von etwa fünf Hunderttausendstel vom Gewichte der Flüssigkeit gerechnet, ausreichend sei, die fremden Fermente zu tödten, daß aber das Gedeihen der Alkoholfermente durch diese Salicylsäuremenge noch nicht im mindesten geschädigt werde.

Wenn man zur Production von Stellhefe die oben angegebene Flüssigkeitsmenge von 32 Litern anwendet, so beträgt das Gewicht derselben rund 32 Kilogramm; fünf Hunderttausendstel dieser Menge sind aber 1,6 Gramm. Diese Salicylsäuremenge wird in dem der Flüssigkeit zuzusetzenden Alkohol gelöst, letzterer in einem dünnen Strahle in die Flüssigkeit gegossen, mit dieser innig gemischt und dann die Stellhefe eingetragen.

Der einzige Unterschied, welcher sich bezüglich des Verhaltens der Hefe in gleichen Flüssigkeiten, von welchen die eine mit Salicylsäure versetzt war, ergab, bestand darin, daß in der ohne Zusatz gebliebenen Flüssigkeit die Vermehrung der Hefe etwas rascher vor sich ging. Um aber in einer zur Aufzucht reiner Hefe dienenden Flüssigkeit die Entwickelung von Milchsäureferment sicher zu unterdrücken, darf man die Temperatur derselben nicht viel über 20° C. steigen lassen, indeß man einer mit Salicylsäure versetzten Flüssigkeit ohne die geringste Gefahr in dieser Richtung die Temperatur von 26—28° C. geben kann.

In letzterem Falle wird aber die geringe Verzögerung, welche durch die Gegenwart von Salicylsäure in Bezug auf die Vermehrung der Hefe ausgeübt wird, durch die Erhöhung der Lebensthätigkeit der Hefe wieder vollkommen ausgeglichen und findet kein Unterschied in der zur Production einer gewissen Hefemenge erforderlichen Zeit in beiden Fällen statt; während man aber in der unter den gewöhnlichen Verhältnissen gezüchteten Hefe immer noch gewisse Mengen von Milchsäureferment antrifft, scheint die unter Anwendung von Salicylsäure vermehrte Hefe ungemein arm an diesem Fermente zu sein, eine Thatsache, welche nicht nur für den Hefefabrikanten, sondern auch für den Bierbrauer und Spiritusfabrikanten von großer Wichtigkeit ist.

Noch werthvoller für die Praxis ist aber unstreitig die Vernichtung der Lebensfähigkeit der Spaltpilze, welche in der Hefe vorhanden sein können, indem es gerade diese Organismen sind, deren Gegenwart in der Hefe die ungemein

geringe Haltbarkeit der letzteren, namentlich in höheren Temperaturen bedingt. Enthält nämlich die Hefe Spaltpilze, so kann die Wirksamkeit derselben nicht durch das Waschen des Präparates aufgehoben werden: die Spaltpilze werden ihre zerstörende Thätigkeit unmittelbar auf die Substanz der Hefe selbst ausüben und nähren sich auf Kosten derselben; die Eiweißkörper des Hefeleibes werden von den Spaltpilzen rasch zersetzt und entstehen jene meist übelriechenden Producte, welche man als Fäulnißkörper bezeichnet. Die Hefe geht durch die Spaltpilze in Fäulniß über.

Man erkennt die Thätigkeit der Spaltpilze, ehe sie sich nach dem Geruchsinne durch die Fäulnißproducte zu erkennen giebt, schon daran, daß die ursprünglich feste (Preß-) Hefe anfängt weich zu werden; mit dem Fortschreiten der Fäulniß verwandelt sie sich in eine halbflüssige dunkelfarbige Masse von sehr üblem Geruche. Worin die Ursache des Weichwerdens der Hefe liegt, ist noch nicht bekannt, möglicherweise wird dasselbe durch die beginnende Aenderung im Molecularzustande des Hefeprotoplasma bewirkt, oder hat darin seinen Grund, daß die Zellhüllen der Hefe durch die Spaltpilze zerstört werden — wahrscheinlich wirken beide Umstände zusammen.

Nachdem es möglich ist, durch Zusatz entsprechender Mengen von Salicylsäure die Hefe frei von Spaltpilzen und Milchsäureferment und dabei doch mit all' ihren Eigenschaften zu erhalten, so verdient die Salicylsäure die ausgedehnteste Anwendung in allen jenen Fällen, in welchen es sich darum handelt, reine und haltbare Preßhefe zu erzielen.

Durch Anwendung einer nach vorstehend angegebenem Verfahren möglichst gereinigten Hefe zur Vergährung der Würzen in der Bierbrauerei wird es möglich, Biere darzustellen, welche in Bezug auf Haltbarkeit die bisher gebrauten Biere weit übertreffen; für den Spiritusfabrikanten ist Hefe, welche kein Milchsäureferment enthält, schon darum von großer Wichtigkeit, weil sie bei der Vergährung von Maischen keine Milchsäuregährung veranlaßt; die Zuckermengen, welche theils dadurch verloren gingen, daß sie in Milchsäure umgewandelt wurden oder durch die gährungshemmende Thätigkeit des Milchsäurefermentes nicht zur Vergährung kamen, werden dann in normaler Weise in Alkohol, Kohlensäure ꝛc. verwandelt werden und zur Erhöhung der Gesammtausbeute an Alkohol beitragen.

IV. Die Gewinnung von Hefe nach altem Verfahren.

Die Gewinnung von Hefe unter Anwendung jener Methoden, bei welchen man neben der Hefe auch noch auf Alkohol reflectirt, ist eine sehr einfache Sache; man stellt eine dünne Maische auf gewöhnliche Art dar, versetzt sie mit einer entsprechenden Menge von Stellhefe und überläßt sie so lange sich selbst bei ziemlich hoher Temperatur, bis sich auf der Oberfläche der in sehr stürmischer Gährung befindlichen Flüssigkeit reichlich Hefeschaum abzuscheiden beginnt, welch' letzterer abgenommen und zum Zwecke der Trennung der Hefetheilchen von den Getreidehülsen und der noch anhaftenden gährenden Flüssigkeit einer Behandlung mit Wasser unterzogen wird; die so gewonnene Hefe wird schließlich ausgepreßt, meistens noch mit Stärkemehl vermischt und geformt.

Bei Darstellung von Hefe nach den neueren Methoden strebt man immer mehr und mehr dahin, den ganzen Vorgang auf die Vermehrung der Hefe zu beschränken, den Gährungsvorgang möglichst zu unterdrücken und läßt sich dies dadurch erreichen, daß man der Nährflüssigkeit eine solche Zusammensetzung giebt, daß zwar die Hefepflanze reichlich Materialien findet, um sich zu ernähren, nicht aber so viel gährungsfähiges Material als nothwendig wäre, um lebhafte Gährung hervorzurufen.

Wir können demnach das Wesen des alten Verfahrens der Hefegewinnung als das der Hefeproduction und Alkoholgewinnung bezeichnen, indeß das Wesen der neueren Methoden auf Hefeproduction allein abzielt. Während man bei Befolgung der neuen Methoden ganz besonders bestrebt ist, sich vorerst eine Flüssigkeit zu verschaffen, welche ihrer Zusammensetzung nach vorzüglich geeignet ist, die Hefepflanze zu ernähren und in diesem Nährboden die Hefe anpflanzt, geht man nach alter Methode nicht mit so großer Sorgfalt zu Werke, erzielt aber auch keine so großen Ausbeuten an Hefe, als man in Wirklichkeit erzielen könnte.

Die Zahl der verschiedenen „vorzüglichen Vorschriften" zur Darstellung von Preßhefe, welche von vielen Seiten selbst gegenwärtig noch als Geheimmittel ausgeboten werden, ist eine so große, daß viele Seiten damit ausgefüllt werden könnten; die übergroße Mehrzahl dieser Vorschriften enthält aber nur unwesentliche Neuerungen in Bezug auf das Verhältniß zwischen Wasser und Maischmaterialien, sowie der letzteren unter einander, oder sie empfehlen die Anwendung gewisser die Gährung angeblich kräftigender Chemikalien, welche aber meist derartige sind, daß sie der Entwickelung der Hefepflanze keinen Vorschub leisten können, wie z. B. Salmiak, oder verzögernd auf die Gährung einwirken, wie z. B. Hopfen.

Wir können uns im nachfolgenden darauf beschränken, die Gewinnung der Hefe nach dem ganz gewöhnlichen Verfahren, wie es in den Spiritusfabriken geübt wird, zu beschreiben. Jeder, welcher die genügenden Kenntnisse vom Wesen der Hefe besitzt, wird hierdurch in den Stand gesetzt, sich ein sicheres Urtheil über den Werth der alten Methode zu verschaffen. Im Anschlusse geben wir blos die Verfahren an, welche immer bei der Fabrikation von Preßhefe in Anwendung gebracht werden, ohne specielle Vorschriften anzuführen, nach welchen angeblich besonders günstige Resultate erzielt werden sollen; die sogenannten „Fachleute", welche sich mit dem Verkaufe derartiger Recepte befassen, wissen gewöhnlich selbst nicht anzugeben, worin die Vorzüge der von ihnen ausgebotenen Vorschriften liegen.

Wir werden die Beschreibung der Hefegewinnung in diesem Abschnitte bis zu dem Momente fortsetzen, in welchem die Hefe als fertige Handelswaare angesehen wird, indem die weiteren Arbeiten, welche zu dem Zwecke vorgenommen werden, um aus der Hefe „Preßhefe" zu gewinnen, stets dieselben sind, nach welchem Verfahren man auch die Hefe gewinnen mag, — wir sonach bei der Beschreibung der anderen Methoden einfach auf das schon Gesagte uns beziehen können.

Die Bereitung der Maische.

Das gewöhnliche Material zur Darstellung von Maischen, aus welchem neben Alkohol noch Hefe gewonnen werden soll, ist Roggen neben Gerstenmalz; außer Roggen kann auch Rohgerste oder Mais in Anwendung gebracht werden. Das Malz wird entweder in Form von Darrmalz benutzt, oder man bedient sich zweckmäßiger des billigeren Grünmalzes, von welchem man selbstverständlich wegen seines größeren Wassergehaltes eine entsprechend größere Menge anzuwenden hat — an Stelle von 100 Darrmalz 170 Grünmalz.

Ueber das Mengenverhältniß zwischen Malz und Getreide kennt man in dem alten Verfahren keine feststehenden Zahlen; während manche Fabrikanten Malz und Getreide im Verhältnisse 3 Getreide auf 1 Malz anwenden, benützen andere nur 2 Getreide auf 1 Malz, noch andere gehen hierbei wieder in der Weise zu Werke, daß sie Mais und Roggenschrot mit Malzschrot nach genau bestimmten Percentverhältnissen mischen, was unseres Erachtens eigentlich eine ganz zwecklose Sache ist. — Wie immer, wird es auch bei der Darstellung der Hefemaische vor allem darauf ankommen, mit dem kostspieligeren Körper, das ist mit dem

Malze, so viel als möglich zu sparen und wird man daher den Malzzusatz soweit verringern können, als dies überhaupt geschehen darf, um alles vorhandene Stärkemehl zu verflüssigen und in Maltose und Dextrin überzuführen.

Wir wissen, daß man mit einer um so geringeren Malzmenge ausreicht, je sorgfältiger das zu verarbeitende Malz bereitet, und in je feineres Schrot Malz und Getreide verwandelt wurden; es ist ferner bekannt, daß von der Dauer des Maischprocesses und der Temperatur, welche man bei Durchführung derselben in Anwendung brachte, auch der Effect der Maischung abhängt.

Die Maischen, aus welchen Hefe gewonnen werden soll, dürfen nicht besonders dick angewendet werden, indem sonst die Hefe gehindert wird, an die Oberfläche zu steigen und nur ein Theil derselben durch Abschöpfen gewonnen werden kann. Es war zwar schon seit langem den Praktikern bekannt, daß ein Zusatz von saurer Schlämpe oder direct von Schwefelsäure zu den Getreidemaischen ein vortreffliches Mittel sei, um zu bewirken, daß die Maische dünnflüssiger werde und die Hefe an die Oberfläche derselben steige. Wir wissen, daß die Eiweißkörper des Getreides bei Gegenwart freier Säuren in Peptone übergehen und diese leicht löslich sind; es wird daher in Folge dieses Vorganges die Maische dünnflüssiger werden und die Hefe an die Oberfläche steigen lassen.

Die Einhaltung einer bestimmten Maischtemperatur ist bei der Bereitung von Maischen, aus welchen Hefe gewonnen werden soll, von großer Wichtigkeit: so lange die Wirkung der Diastase auf das Stärkemehl nicht beendet ist und die Prüfung mit Jod noch immer das Vorhandensein von Dextrinen anzeigt, welche Farbenreactionen geben, soll man die niederen Maischtemperaturen einhalten; ist aber einmal die Zuckerbildung soweit vorgeschritten, als dies überhaupt möglich ist, so soll man die Temperatur der Maische soweit erhöhen, daß sie durch die ganze Masse 70—75° C. (56—60° R.) beträgt; ist diese Temperatur erreicht, so kann man sogleich wieder niedere Temperaturen eintreten lassen, indem ein auch nur einen Moment andauerndes Erhitzen der Maische auf diesen Wärmegrad genügt, um den sogleich auseinander zu setzenden Zweck zu erreichen.

Es ist nämlich bekannt, daß eine sehr große Zahl von Fermenten durch einen Wärmegrad, welcher zwischen 55° C. und 70° C. liegt, getödtet wird, wenn man sie der Einwirkung desselben auch nur einen Moment unterwirft; steigert man somit die Temperatur der Maische bis auf die angegebene Grenze, so schädigt man noch nicht die nachwirkende Kraft der Diastase, vernichtet aber entschieden eine große Zahl von Organismen, welche bei der nachfolgenden Gährung der Maische sich vermehren und in die Hefe übergehen würden. Durch Anwendung dieses einfachen Kunstgriffes bei der Darstellung der Maischen wird man also ganz entschieden aus denselben eine Hefe gewinnen, welche reiner und dem zu Folge auch haltbarer ist, als jene, welche aus Maischen erhalten wurde, die man am Ende des Maischprocesses nicht so stark erwärmt, sondern einfach nach Beendigung des Maischens bis auf die Gährungstemperatur abgekühlt hat.

Um an Zeit zu sparen, kann man die Maische ziemlich hochpercentig darstellen und nach beendetem Maischprocesse durch Zusatz von kalter Schlämpe oder

Die Zahl der verschiedenen „vorzüglichen Vorschriften" zur Darstellung von Preßhefe, welche von vielen Seiten selbst gegenwärtig noch als Geheimmittel ausgeboten werden, ist eine so große, daß viele Seiten damit ausgefüllt werden könnten; die übergroße Mehrzahl dieser Vorschriften enthält aber nur unwesentliche Neuerungen in Bezug auf das Verhältniß zwischen Wasser und Maischmaterialien, sowie der letzteren unter einander, oder sie empfehlen die Anwendung gewisser die Gährung angeblich kräftigender Chemikalien, welche aber meist derartige sind, daß sie der Entwickelung der Hefepflanze keinen Vorschub leisten können, wie z. B. Salmiak, oder verzögernd auf die Gährung einwirken, wie z. B. Hopfen.

Wir können uns im nachfolgenden darauf beschränken, die Gewinnung der Hefe nach dem ganz gewöhnlichen Verfahren, wie es in den Spiritusfabriken geübt wird, zu beschreiben. Jeder, welcher die genügenden Kenntnisse vom Wesen der Hefe besitzt, wird hierdurch in den Stand gesetzt, sich ein sicheres Urtheil über den Werth der alten Methode zu verschaffen. Im Anschlusse geben wir blos die Verfahren an, welche immer bei der Fabrikation von Preßhefe in Anwendung gebracht werden, ohne specielle Vorschriften anzuführen, nach welchen angeblich besonders günstige Resultate erzielt werden sollen; die sogenannten „Fachleute", welche sich mit dem Verkaufe derartiger Recepte befassen, wissen gewöhnlich selbst nicht anzugeben, worin die Vorzüge der von ihnen ausgebotenen Vorschriften liegen.

Wir werden die Beschreibung der Hefegewinnung in diesem Abschnitte bis zu dem Momente fortsetzen, in welchem die Hefe als fertige Handelswaare angesehen wird, indem die weiteren Arbeiten, welche zu dem Zwecke vorgenommen werden, um aus der Hefe „Preßhefe" zu gewinnen, stets dieselben sind, nach welchem Verfahren man auch die Hefe gewinnen mag, — wir sonach bei der Beschreibung der anderen Methoden einfach auf das schon Gesagte uns beziehen können.

Die Bereitung der Maische.

Das gewöhnliche Material zur Darstellung von Maischen, aus welchem neben Alkohol noch Hefe gewonnen werden soll, ist Roggen neben Gerstenmalz; außer Roggen kann auch Rohgerste oder Mais in Anwendung gebracht werden. Das Malz wird entweder in Form von Darrmalz benutzt, oder man bedient sich zweckmäßiger des billigeren Grünmalzes, von welchem man selbstverständlich wegen seines größeren Wassergehaltes eine entsprechend größere Menge anzuwenden hat — an Stelle von 100 Darrmalz 170 Grünmalz.

Ueber das Mengenverhältniß zwischen Malz und Getreide kennt man in dem alten Verfahren keine feststehenden Zahlen; während manche Fabrikanten Malz und Getreide im Verhältnisse 3 Getreide auf 1 Malz anwenden, benützen andere nur 2 Getreide auf 1 Malz, noch andere gehen hierbei wieder in der Weise zu Werke, daß sie Mais und Roggenschrot mit Malzschrot nach genau bestimmten Percentverhältnissen mischen, was unseres Erachtens eigentlich eine ganz zwecklose Sache ist. — Wie immer, wird es auch bei der Darstellung der Hefemaische vor allem darauf ankommen, mit dem kostspieligeren Körper, das ist mit dem

Malze, so viel als möglich zu sparen und wird man daher den Malzzusatz soweit verringern können, als dies überhaupt geschehen darf, um alles vorhandene Stärkemehl zu verflüssigen und in Maltose und Dextrin überzuführen.

Wir wissen, daß man mit einer um so geringeren Malzmenge ausreicht, je sorgfältiger das zu verarbeitende Malz bereitet, und in je feineres Schrot Malz und Getreide verwandelt wurden; es ist ferner bekannt, daß von der Dauer des Maischprocesses und der Temperatur, welche man bei Durchführung derselben in Anwendung brachte, auch der Effect der Maischung abhängt.

Die Maischen, aus welchen Hefe gewonnen werden soll, dürfen nicht besonders dick angewendet werden, indem sonst die Hefe gehindert wird, an die Oberfläche zu steigen und nur ein Theil derselben durch Abschöpfen gewonnen werden kann. Es war zwar schon seit langem den Praktikern bekannt, daß ein Zusatz von saurer Schlämpe oder direct von Schwefelsäure zu den Getreidemaischen ein vortreffliches Mittel sei, um zu bewirken, daß die Maische dünnflüssiger werde und die Hefe an die Oberfläche derselben steige. Wir wissen, daß die Eiweißkörper des Getreides bei Gegenwart freier Säuren in Peptone übergehen und diese leicht löslich sind; es wird daher in Folge dieses Vorganges die Maische dünnflüssiger werden und die Hefe an die Oberfläche steigen lassen.

Die Einhaltung einer bestimmten Maischtemperatur ist bei der Bereitung von Maischen, aus welchen Hefe gewonnen werden soll, von großer Wichtigkeit: so lange die Wirkung der Diastase auf das Stärkemehl nicht beendet ist und die Prüfung mit Jod noch immer das Vorhandensein von Dextrinen anzeigt, welche Farbenreactionen geben, soll man die niederen Maischtemperaturen einhalten; ist aber einmal die Zuckerbildung soweit vorgeschritten, als dies überhaupt möglich ist, so soll man die Temperatur der Maische soweit erhöhen, daß sie durch die ganze Masse 70—75° C. (56—60° R.) beträgt; ist diese Temperatur erreicht, so kann man sogleich wieder niedere Temperaturen eintreten lassen, indem ein auch nur einen Moment andauerndes Erhitzen der Maische auf diesen Wärmegrad genügt, um den sogleich auseinander zu setzenden Zweck zu erreichen.

Es ist nämlich bekannt, daß eine sehr große Zahl von Fermenten durch einen Wärmegrad, welcher zwischen 55° C. und 70° C. liegt, getödtet wird, wenn man sie der Einwirkung desselben auch nur einen Moment unterwirft; steigert man somit die Temperatur der Maische bis auf die angegebene Grenze, so schädigt man noch nicht die nachwirkende Kraft der Diastase, vernichtet aber entschieden eine große Zahl von Organismen, welche bei der nachfolgenden Gährung der Maische sich vermehren und in die Hefe übergehen würden. Durch Anwendung dieses einfachen Kunstgriffes bei der Darstellung der Maischen wird man also ganz entschieden aus denselben eine Hefe gewinnen, welche reiner und dem zu Folge auch haltbarer ist, als jene, welche aus Maischen erhalten wurde, die man am Ende des Maischprocesses nicht so stark erwärmt, sondern einfach nach Beendigung des Maischens bis auf die Gährungstemperatur abgekühlt hat.

Um an Zeit zu sparen, kann man die Maische ziemlich hochpercentig darstellen und nach beendetem Maischprocesse durch Zusatz von kalter Schlämpe oder

Wasser nebst Schwefelsäure auf die zur Peptonisirung geeignetste Temperatur von etwa 36° C. abkühlen.

Es wird empfohlen, auf je 100 Gewichtstheile Malz- und Getreideschrot ½—1 Gewichtstheil Schwefelsäure zu verwenden und die Säure sogleich zuzusetzen, nachdem der Maischprozeß vollendet ist, ein Verfahren, welches wegen der Wirkung der Schwefelsäure auf die Albuminate nur von Nutzen sein kann, wenn man die Maische langsam auf die Anstelltemperatur abkühlen läßt. Was die Menge der zu verwendenden Schwefelsäure anlangt, so ist dieselbe eine sehr große; es darf aber nicht vergessen werden, daß im Getreide sehr bedeutende Mengen von Phosphaten vorhanden sind, welche durch die Schwefelsäure ganz oder theilweise zersetzt werden, so daß Phosphorsäure oder saure Salze der Phosphorsäure in Lösung gehen und der Hefe hierdurch ein wichtiger Nährstoff geboten wird.

Das Anstellen.

Es würde nicht viel zur Gewinnung einer reinen Hefe beitragen, wenn man zum Anstellen einer Maische, welche auf die eben beschriebene Art bereitet wurde, eine unter Anwendung aller Vorsichtsmaßregeln bereitete Hefe verwenden wollte, da dem rohen Getreide und dem Malze so viele fremde Fermente anhaften, daß die neugebildete Hefe durch dieselben verunreinigt würde. Wir brauchen wohl nicht besonders darauf hinzuweisen, daß es auch möglich ist, in gewöhnlichen Maischen reine Hefe zu cultiviren; um aber dies zu erreichen, müßten diese Maischen vor dem Anstellen auf mindestens 111 Grade erhitzt werden.

Man würde zwar in diesem Falle reine Hefe gewinnen, man würde aber die Diastase unwirksam machen und wäre die Alkoholausbeute aus einer solchen Maische eine nicht befriedigende, indem eine Nachwirkung der Diastase während der Gährung nicht stattfinden könnte. Man muß daher bei dem Verfahren der Hefebereitung nach altem Verfahren darauf verzichten, ganz reine Hefe zu gewinnen, muß aber durch verschiedene Kunstgriffe trachten, die Hefe so rein als möglich zu erhalten.

Letzteres läßt sich dadurch erreichen, daß man einerseits die Menge der zum Anstellen verwendeten Hefe nicht zu gering wählt, andererseits aber das Anstellen bei verhältnißmäßig sehr hoher Temperatur zwischen 25 und 28° C. vornimmt. Durch die große Menge der zum Anstellen verwendeten Hefe, vorausgesetzt, daß letztere nicht selbst sehr reich an fremden Fermenten sei, wird von vorne herein der Entwickelung fremder Fermente entgegen gearbeitet, und bewirkt man durch die hohe Anstelltemperatur das möglichst schnelle Eintreten einer sehr stürmisch verlaufenden Gährung und einer starken Vermehrung der Hefe.

Die Menge der Stellhefe wird gewöhnlich nach der Menge des angewendeten Schrotes bestimmt und verwendet man auf je 100 Gewichtstheile Schrot bis zu 1 Gewichtstheil stark ausgepreßter Hefe, welch' letztere man mit warmer Maische zu einer milchigen Flüssigkeit anrührt und diese der im Bottich befindlichen Maische zufügt. Daß es sehr zweckmäßig sei, die durch Zusammenbringen von

Hefe und Maische gewonnene Flüssigkeit, bevor man sie in den Maischbottich gießt, stark zu lüften, ergiebt sich aus den oben angeführten Auseinandersetzungen über den Einfluß, welchen die Zufuhr von freiem Sauerstoff auf Hefe ausübt.

Da in einer Maische, welche bei so hoher Temperatur und mit so viel Hefe angestellt wird, die Gährung ungemein stürmisch verläuft, so muß man dafür Sorge tragen, daß die Gährbottiche nur so weit mit Maische gefüllt werden, daß derselben ein bedeutender Steigeraum zur Verfügung steht. Nachdem in solchen Ländern, in welchen die Besteuerung der Spiritusfabrikation nach dem Volumen der Gährgefäße vorgenommen wird die Freilassung eines bedeutenden Steigeraumes Kosten verursacht, so wird man in solchen Fällen zu erwägen haben, ob es vom materiellen Standpunkte nicht angezeigter sei, bei niederer Temperatur anzustellen und nur einen Theil der neu entstehenden Hefe als solche zu gewinnen.

Das Abnehmen der Hefe.

Die Zeit, welche vom Momente des Anstellens bis zu jenem verstreicht, in welchem man mit dem Abschöpfen der an die Oberfläche gestiegenen Hefe beginnen kann, ist abhängig von der mehr oder minder kräftigen Beschaffenheit der Hefe und von der Temperatur der Maische. Bei Anwenduug von kräftiger Hefe und Einhaltung von hoher Temperatur tritt dieser Moment oft schon nach 8 Stunden ein; schwache Hefe und niedere Temperatur können bewirken, daß es 14 und mehr Stunden dauert, ehe man zum Abnehmen der Hefe schreiten kann und gelten in dieser Beziehung ziemlich dieselben Verhältnisse, welche überhaupt für das Anstellen von Maischen gelten.

Der Hefeauftrieb erscheint in Form eines sich auf der Oberfläche der Maische aufthürmenden und wälzenden Schaumes, die Kohlensäureblasen werden von Maische umschlossen, und erkennt man deutlich auf letzteren hin und her gleitende Massen von Hefezellen. Die Praktiker haben verschiedene Merkmale, um sich aus dem Aussehen des Schaumes ein Urtheil über die Beschaffenheit der Hefe zu bilden. Wenn die Schaumblasen klein, wenig durchsichtig und von weißlicher Farbe sind, so wird dies als ein Zeichen einer normalen Hefebildung angesehen, und gilt ferner als ein gutes Zeichen, wenn der abgenommene Schaum, nachdem er einige Zeit in einem Gefäße gestanden hat, zu einer Flüssigkeit von milchartigem Aussehen zerfließt. Sind hingegen die Schaumblasen groß und von bläulicher Farbe, so ist dies ein Zeichen einer schwachen Hefebildung, die zerflossenen Schaumblasen bilden dann eine mehr wässerig aussehende Flüssigkeit. Obwohl diese Kennzeichen einem geübten Praktiker schon manche werthvolle Andeutung über den Verlauf der Hefebildung geben können, muß man dieselben doch nur als unzureichende Merkmale bezeichnen; eine genaue Kenntniß über den Zustand der Hefe kann man sich in allen Fällen nur mit Hülfe des Mikroskopes verschaffen.

Wenn die unter das Mikroskop gebrachte Hefe aus großen Zellen besteht, welche einen hohen Grad von Durchsichtigkeit besitzen und von einer das Licht

ſtark brechenden Maſſe erfüllt ſind, in welcher nur wenige Hohlräume (Vacuolen) zu bemerken ſind, ſo kann man eine Hefe von dieſer Beſchaffenheit als vollkommen normal erklären, wenn auch das Ausſehen des Schaumes auf eine nicht normalbeſchaffene Hefe ſchließen ließe. Beobachtet man hingegen, daß die Hefezellen klein, wenig durchſichtig (dickwandig) ſind und viele Hohlräume zeigen, ſo deutet dies darauf, daß die betreffende Hefe nicht von genügender Beſchaffenheit ſei und erhält man aus ſolchen Maiſchen immer nur wenig Hefe, die von geringer Wirkſamkeit iſt. Das Ausſehen der Hefe unter dem Mikroſkop iſt daher ein ſicheres Mittel, um ſich ein genaues Urtheil über den Zuſtand der Hefe zu bilden und ſollte deshalb das Mikroscop in der Hand des Hefefabrikanten nie fehlen.

Das Abnehmen des Hefeſchaumes von der Oberfläche der Maiſche wird begonnen, wenn die Schaummaſſe ſtark zu ſteigen anfängt und bedient man ſich hierzu eines ſehr einfachen Werkzeuges, welches die Form eines Löffels oder flacher Schaufel mit aufgebogenen Rändern beſitzt und aus Blech verfertigt iſt. Der abgenommene Schaum wird auf ein engmaſchiges Sieb geworfen, welches aus Roßhaargewebe verfertigt und über einem Sammelgefäße aufgeſtellt iſt; in dem Siebe werden die gröberen Theile der Hülſen, welche von den Kohlenſäureblaſen mit an die Oberfläche gehoben werden, zurückgehalten und gewöhnlich wieder nach einiger Zeit in den Bottich zurückgebracht; die durch das Sieb laufende Flüſſigkeit beſteht aus Maiſche, in welcher ſehr viele Hefezellen vertheilt ſind. Die weiteren Operationen, welche man, nachdem das Abnehmen des Schaumes beendet iſt, vorzunehmen hat, bezwecken eine möglichſt vollſtändige Trennung der Hefe von der ihr beigemiſchten Maiſche.

Das Abſchöpfen des Schaumes wird ſo lange fortgeſetzt, als ſich noch die Schaumdecke an der Oberfläche der Flüſſigkeit erneut und die ausgegohrene Maiſche weiter auf Spiritus verarbeitet. Der Umſtand, daß der Schaum mit den Hülſen gemiſcht iſt, welche von Zeit zu Zeit wieder von dem Siebe in den Bottich zurückgebracht werden müſſen, verurſacht einerſeits Arbeit und vermindert andererſeits die Hefeausbeute, indem den Hülſen immer eine gewiſſe Menge von Hefezellen anhaften bleibt. Man ſucht in der Praxis dieſem Umſtande dadurch zu begegnen, daß man vor Beginn des Auftriebes der Hefe die an die Oberfläche der Maiſche geſtiegenen Hülſen ſo viel wie möglich abnimmt und dann viel reineren Hefeſchaum erhält, als wenn man dieſes Abſchöpfen der Hülſen unterläßt.

Um in das Sammelgefäß für die Hefe mit Sicherheit nichts anderes als Hefe und Maiſchflüſſigkeit zu bekommen, die Hülſen aber vollſtändig zurückzuhalten, empfiehlt es ſich, zwei bis drei Siebe übereinander aufzuſtellen, von welchen das tiefer ſtehende aus feinſter Müllergaze beſteht und nur der Flüſſigkeit ſammt den Hefezellen den Durchgang geſtattet.

Das Gefäß, in welchem man die Hefe ſammelt, ſoll bei geringerem Durchmeſſer ziemlich bedeutende Höhe haben, damit ſich die Hefe möglichſt ſchnell abſetze und müſſen an demſelben in verſchiedener Höhe Zapfenlöcher zum Ablaſſen der Flüſſigkeit angebracht ſein; die Anbringung eines einfachen Rührwerkes, durch

welches die Hefe aufgeschlämmt werden kann, ist zu empfehlen. — Nachdem die Hefe einmal in das Sammelgefäß übertragen ist, soll man trachten, daß dieselbe keine weitere vergährende Thätigkeit ausübe, indem sie hierdurch an Kraft verliert. Es ist daher angezeigt, dafür zu sorgen, daß die durch das letzte Sieb ablaufende Flüssigkeit möglichst abgekühlt werde und kann dies leicht dadurch erzielen, daß man unter dem Siebe einen Blechtrichter anbringt, welcher mit einem Uförmigen Rohre in Verbindung steht, dessen eine Oeffnung etwas tiefer liegt als die andere und welches in ein Gefäß mit kaltem Wasser eingesetzt ist. Der in das Rohr gelangende Hefeschaum verweilt in demselben so lange, bis er durch neues Einfließen vom Schaum emporgedrängt wird und abfließt — während dieser Zeit wird er abgekühlt.

Manche Fabrikanten suchen dadurch die weitere Gährung in dem Sammelgefäße zu unterdrücken, daß sie kaltes Wasser zu dem Hefeschaum gießen; dieses Verfahren ist jedoch ein nicht empfehlenswerthes, indem hierdurch unnöthiger Weise die vergohrene Maische, welche nach dem Abzapfen mit der im Gährbottich hinterbliebenen abdestillirt wird, stark verdünnt wird. Ferner giebt die Hefe an die Flüssigkeit, deren Concentration so plötzlich geändert wird, durch Osmose viele Stoffe ab und muß hierdurch Einbuße in ihrer Wirksamkeit erleiden. Es ist daher entschieden angezeigter, die Abkühlung der Flüssigkeit durch Anwendung einer einfachen Kühlvorrichtung vorzunehmen, wie sie oben beschrieben ist.

In dem Sammelbottiche bleibt die Flüssigkeit so lange sich selbst überlassen, bis sie sich klärt und über der zu Boden gesunkenen Hefe eine ziemlich klare Flüssigkeit steht. Wenn das Absetzen der Hefe sehr langsam vor sich geht, so ist dies kein gutes Zeichen für die Beschaffenheit derselben. — Sie besteht dann gewöhnlich aus schlecht ernährten kleinen Zellen; vollkräftige, aus großen Zellen bestehende Hefe setzt sich ziemlich schnell aus der Flüssigkeit ab. — Nachdem sich die Hefe aus der Flüssigkeit abgeschieden hat, zapft man letztere so vollständig als möglich von dem Bodensatz ab und gewinnt den in ihr enthaltenen Alkohol durch Destillation.

Das Auswaschen der Hefe.

Die Hefemasse selbst muß unverzüglich, nachdem die über ihr stehende Flüssigkeit abgezogen ist, dem Waschen unterworfen und dieses ohne Unterbrechung zu Ende geführt werden — jede Verzögerung dieser Arbeit zieht auch eine Schädigung der Wirksamkeit der Hefe nach sich.

Beim Waschen der Hefe verfolgt man den Zweck, sie möglichst vollständig von der vergährbaren oder vergohrenen Flüssigkeit, aus welcher sie sich abgesetzt hat, zu trennen und hierdurch die weitere vergährende Wirksamkeit der Hefe für so lange zu unterdrücken, bis man die Hefe wieder mit einer gährungsfähigen Flüssigkeit zusammen bringt. Das Waschen gehört zu den wichtigsten Operationen in der Hefefabrikation und muß mit gehöriger Vorsicht ausgeführt

werden. — Durch unrichtige Behandlung während des Waschens kann nämlich eine bis nun ganz normale Hefe sehr bedeutend in ihrer Wirksamkeit geschwächt werden.

Wir müssen uns vor Augen halten, daß die Hefezelle aus einer halbflüssigen Masse besteht, die von einer Membrane umschlossen ist, welche sehr rasch Flüssigkeiten durchtreten läßt. Belassen wir Hefe durch lange Zeit mit Wasser in Berührung, so wird eine ansehnliche Menge von Wasser in das Innere der Hefezelle treten, und wird diese wieder Lösungen solcher Körper, deren sie zum Bestande ihres Organismus bedarf, an das Wasser abgeben. — Wiederholt man die Behandlung mit immer neuen Wassermengen mehrere Male, so muß offenbar die Zusammensetzung der im Innern der Hefezelle befindlichen Flüssigkeiten in solcher Weise geändert werden, daß selbe nicht mehr zur Ernährung des Organismus tauglich sind und die Hefe in Folge dessen abstirbt.

Wenn man nun auch das zu lang andauernde Waschen der Hefe in den Hefefabriken nicht bis zu diesem Punkte fortsetzen wird, so genügt doch schon ein nur etwas zu lange fortgesetztes Waschen, um die Hefe merklich zu schädigen. Nachdem in Flüssigkeiten von geringerer Temperatur der Flüssigkeitsaustausch durch Membranen ein langsamerer ist, so empfiehlt es sich, zum Waschen der Hefe möglichst kaltes Wasser zu verwenden und auch beim Waschen zu berücksichtigen, wie lange die eben bearbeitete Hefe aufbewahrt werden soll. Es kann nämlich als Regel angesehen werden, daß eine öfter gewaschene Hefe haltbarer, aber auch von geringerer Wirksamkeit ist, als solche, welche minder sorgfältig gewaschen wurde.

Während des Winters, wo die Hefe durch die niedere Lufttemperatur und die Leichtigkeit, mit welcher sehr kaltes Waschwasser beschafft werden kann, für längere Zeit conservirbar ist, braucht man daher mit dem Waschen nicht so weit zu gehen, als während der warmen Jahreszeit und empfiehlt es sich, in letzterer das Waschwasser für die Hefe durch Zusatz von Eis abzukühlen; die Kosten für letzteres werden reichlich durch die größere Haltbarkeit der Hefe gedeckt.

Das Waschen der Hefe wird in der Regel zweimal, bei länger zu conservirender Hefe auch dreimal vorgenommen und ist bei demselben zu bemerken, daß man trachten soll, möglichst große Wassermengen anzuwenden, um den Zweck: die Flüssigkeit, von welcher die Hefe umgeben ist, zu entfernen, möglichst vollständig zu erreichen. — Nimmt man nämlich die Concentration der Flüssigkeit, in welcher die Hefe ursprünglich enthalten ist, gleich 1 an, so wird sie beim erstmaligen Waschen und unter Anwendung einer gleich großen Wassermenge auf $^1/_2$ der ursprünglichen Concentration sinken; nimmt man aber die doppelte Wassermenge, so sinkt sie sogleich auf $^1/_4$, bei Benutzung der zehnfachen Wassermenge auf $^1/_{10}$ u. s. w. herab.

Man führt das Waschen auf die Weise aus, daß man auf die Hefe unmittelbar, nachdem die vergohrene Flüssigkeit abgezogen ist, kaltes Wasser fließen läßt, das Rührwerk während einiger Minuten in Gang setzt, so daß alle Hefe aufgewühlt und in der Flüssigkeit vertheilt wird. Nach dem Absetzen der Hefe zapft

man das erste Waschwasser ab, läßt sogleich das zweite nachfließen u. s. w. Die Waschwässer enthalten gewisse Mengen von Alkohol und werden anstatt gewöhnlichen Wassers zum Maischen verwendet; die ausgewaschene Hefe wird sogleich dem Auspressen unterworfen.

Es ist unverkennbar, daß die eben beschriebene Methode des Auswaschens der Preßhefe in Kufen eine unvollkommene Operation ist, welche nicht nur viel Arbeitskraft erfordert, sondern auch die Beschaffenheit der Hefe selbst verschlechtert. In verschiedenen Industrien, z. B. in der Stärkefabrikation und in der Zuckerfabrikation hat man ähnliches auszuführen wie in der Hefefabrikation: Trennung sehr kleiner fester Körper von Flüssigkeiten und bedient sich hierfür gewöhnlich der Centrifugen oder Schleudermaschinen. Wir bezweifeln nicht, daß sich das Auswaschen der Hefe unter Anwendung einer passend construirten Centrifuge der Zweck, welchen man hierbei verfolgt weit besser und in viel kürzerer Zeit erreichen ließe, als nach dem gegenwärtig üblichen Verfahren.

Wenn z. B. an der inneren Mantelfläche der Centrifuge ein dichtgewebtes Tuch (aus dem Gewebe der sogenannten Preßtücher) befestigt wird und die durch Siebe von den Trebertheilen vollständig befreite Maische wird durch ein im Mittelpunkt der Centrifuge angebrachtes Rohr, welches am Umfange mit Löchern versehen ist, ausgeschleudert, so wird die Flüssigkeit durch das Gewebe ausgeschleudert, die Hefe von letzterem zurückgehalten werden und auf demselben eine zusammenhängende Schicht bilden. Läßt man, nachdem alle Hefe auf diese Art von der vergohrenen Flüssigkeit getrennt wurde, durch das Siebrohr reines Wasser nachfließen, so wird dieses an die Hefe geschleudert werden, dieselbe durchdringen und alle noch von der Hefe zurückgehaltene Flüssigkeit verdrängen. Läßt man nach Abstellung des Wasserzuflusses die Centrifuge noch einige Zeit unter Anwendung der größtmöglichen Drehungsgeschwindigkeit umlaufen, so wird auch das Waschwasser ausgeschleudert und wird auf dem Tuche in der Trommel die Hefe in Form einer dickbreiigen Masse hinterbleiben, welche sich sehr leicht durch Pressen noch wasserärmer machen läßt.

Durch Anwendung einer Centrifuge wird man innerhalb weniger Minuten und ohne alle Verluste an Hefe im Stande sein, aus dem Hefeschaume vollkommen ausgewaschene und schon sehr wasserarm gemachte Hefe zu gewinnen und erscheint uns daher die Anwendung eines Centrifugirapparates zu dem genannten Zwecke höchst empfehlenswerth zu sein.

Die Ausnützung der zum Waschen der Hefe dienenden Wässer auf Alkohol.

Beim Waschen der Hefe mit Wasser ergeben sich alkoholhaltige Flüssigkeiten, deren Alkoholgehalt immer ein sehr geringer ist und beiläufig $1^1/_3$ pCt. beträgt. Bis vor Kurzem war es nicht möglich, aus den Hefewaschwässern den Alkohol zu gewinnen, indem in Folge der großen Verdünnung, in welcher sich derselbe befindet, die Gestehungkosten zu hohe waren. Savalle hat nun einen Destillirapparat construirt, durch dessen Einrichtung es möglich wird, auch aus diesen alkoholarmen Flüssigkeiten mit Vortheil den Alkohol zu gewinnen.

werden. — Durch unrichtige Behandlung während des Waschens kann nämlich eine bis nun ganz normale Hefe sehr bedeutend in ihrer Wirksamkeit geschwächt werden.

Wir müssen uns vor Augen halten, daß die Hefezelle aus einer halbflüssigen Masse besteht, die von einer Membrane umschlossen ist, welche sehr rasch Flüssigkeiten durchtreten läßt. Belassen wir Hefe durch lange Zeit mit Wasser in Berührung, so wird eine ansehnliche Menge von Wasser in das Innere der Hefezelle treten, und wird diese wieder Lösungen solcher Körper, deren sie zum Bestande ihres Organismus bedarf, an das Wasser abgeben. — Wiederholt man die Behandlung mit immer neuen Wassermengen mehrere Male, so muß offenbar die Zusammensetzung der im Innern der Hefezelle befindlichen Flüssigkeiten in solcher Weise geändert werden, daß selbe nicht mehr zur Ernährung des Organismus tauglich sind und die Hefe in Folge dessen abstirbt.

Wenn man nun auch das zu lang andauernde Waschen der Hefe in den Hefefabriken nicht bis zu diesem Punkte fortsetzen wird, so genügt doch schon ein nur etwas zu lange fortgesetztes Waschen, um die Hefe merklich zu schädigen. Nachdem in Flüssigkeiten von geringerer Temperatur der Flüssigkeitsaustausch durch Membranen ein langsamerer ist, so empfiehlt es sich, zum Waschen der Hefe möglichst kaltes Wasser zu verwenden und auch beim Waschen zu berücksichtigen, wie lange die eben bearbeitete Hefe aufbewahrt werden soll. Es kann nämlich als Regel angesehen werden, daß eine öfter gewaschene Hefe haltbarer, aber auch von geringerer Wirksamkeit ist, als solche, welche minder sorgfältig gewaschen wurde.

Während des Winters, wo die Hefe durch die niedere Lufttemperatur und die Leichtigkeit, mit welcher sehr kaltes Waschwasser beschafft werden kann, für längere Zeit conservirbar ist, braucht man daher mit dem Waschen nicht so weit zu gehen, als während der warmen Jahreszeit und empfiehlt es sich, in letzterer das Waschwasser für die Hefe durch Zusatz von Eis abzukühlen; die Kosten für letzteres werden reichlich durch die größere Haltbarkeit der Hefe gedeckt.

Das Waschen der Hefe wird in der Regel zweimal, bei länger zu conservirender Hefe auch dreimal vorgenommen und ist bei demselben zu bemerken, daß man trachten soll, möglichst große Wassermengen anzuwenden, um den Zweck: die Flüssigkeit, von welcher die Hefe umgeben ist, zu entfernen, möglichst vollständig zu erreichen. — Nimmt man nämlich die Concentration der Flüssigkeit, in welcher die Hefe ursprünglich enthalten ist, gleich 1 an, so wird sie beim erstmaligen Waschen und unter Anwendung einer gleich großen Wassermenge auf $^1/_2$ der ursprünglichen Concentration sinken; nimmt man aber die doppelte Wassermenge, so sinkt sie sogleich auf $^1/_4$, bei Benutzung der zehnfachen Wassermenge auf $^1/_{10}$ u. s. w. herab.

Man führt das Waschen auf die Weise aus, daß man auf die Hefe unmittelbar, nachdem die vergohrene Flüssigkeit abgezogen ist, kaltes Wasser fließen läßt, das Rührwerk während einiger Minuten in Gang setzt, so daß alle Hefe aufgewühlt und in der Flüssigkeit vertheilt wird. Nach dem Absetzen der Hefe zapft

man das erste Waschwasser ab, läßt sogleich das zweite nachfließen u. s. w. Die Waschwässer enthalten gewisse Mengen von Alkohol und werden anstatt gewöhnlichen Wassers zum Maischen verwendet; die ausgewaschene Hefe wird sogleich dem Auspressen unterworfen.

Es ist unverkennbar, daß die eben beschriebene Methode des Auswaschens der Preßhefe in Kufen eine unvollkommene Operation ist, welche nicht nur viel Arbeitskraft erfordert, sondern auch die Beschaffenheit der Hefe selbst verschlechtert. In verschiedenen Industrien, z. B. in der Stärkefabrikation und in der Zuckerfabrikation hat man ähnliches auszuführen wie in der Hefefabrikation: Trennung sehr kleiner fester Körper von Flüssigkeiten und bedient sich hierfür gewöhnlich der Centrifugen oder Schleudermaschinen. Wir bezweifeln nicht, daß sich das Auswaschen der Hefe unter Anwendung einer passend construirten Centrifuge der Zweck, welchen man hierbei verfolgt weit besser und in viel kürzerer Zeit erreichen ließe, als nach dem gegenwärtig üblichen Verfahren.

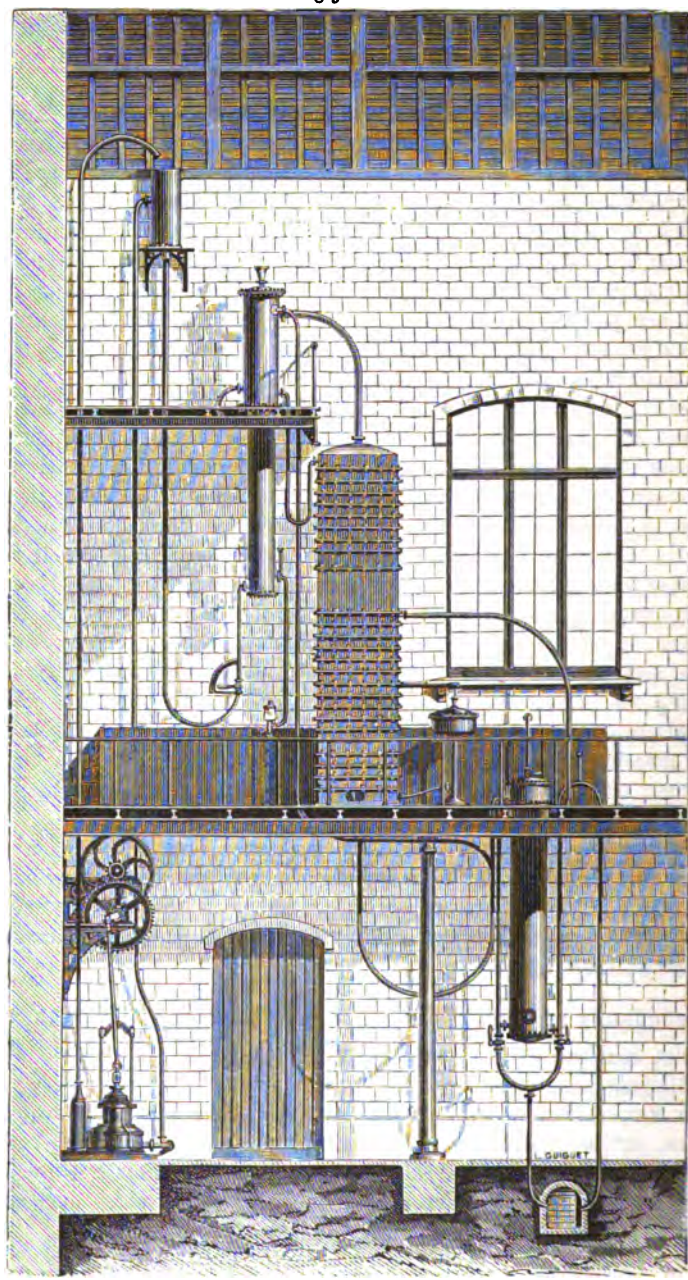
Wenn z. B. an der inneren Mantelfläche der Centrifuge ein dichtgewebtes Tuch (aus dem Gewebe der sogenannten Preßtücher) befestigt wird und die durch Siebe von den Trebertheilen vollständig befreite Maische wird durch ein im Mittelpunkt der Centrifuge angebrachtes Rohr, welches am Umfange mit Löchern versehen ist, ausgeschleudert, so wird die Flüssigkeit durch das Gewebe ausgeschleudert, die Hefe von letzterem zurückgehalten werden und auf demselben eine zusammenhängende Schicht bilden. Läßt man, nachdem alle Hefe auf diese Art von der vergohrenen Flüssigkeit getrennt wurde, durch das Siebrohr reines Wasser nachfließen, so wird dieses an die Hefe geschleudert werden, dieselbe durchdringen und alle noch von der Hefe zurückgehaltene Flüssigkeit verdrängen. Läßt man nach Abstellung des Wasserzuflusses die Centrifuge noch einige Zeit unter Anwendung der größtmöglichen Drehungsgeschwindigkeit umlaufen, so wird auch das Waschwasser ausgeschleudert und wird auf dem Tuche in der Trommel die Hefe in Form einer dickbreiigen Masse hinterbleiben, welche sich sehr leicht durch Pressen noch wasserärmer machen läßt.

Durch Anwendung einer Centrifuge wird man innerhalb weniger Minuten und ohne alle Verluste an Hefe im Stande sein, aus dem Hefeschaume vollkommen ausgewaschene und schon sehr wasserarm gemachte Hefe zu gewinnen und erscheint uns daher die Anwendung eines Centrifugirapparates zu dem genannten Zwecke höchst empfehlenswerth zu sein.

Die Ausnützung der zum Waschen der Hefe dienenden Wässer auf Alkohol.

Beim Waschen der Hefe mit Wasser ergeben sich alkoholhaltige Flüssigkeiten, deren Alkoholgehalt immer ein sehr geringer ist und beiläufig $1^1/_2$ pCt. beträgt. Bis vor Kurzem war es nicht möglich, aus den Hefewaschwässern den Alkohol zu gewinnen, indem in Folge der großen Verdünnung, in welcher sich derselbe befindet, die Gestehungkosten zu hohe waren. Savalle hat nun einen Destillirapparat construirt, durch dessen Einrichtung es möglich wird, auch aus diesen alkoholarmen Flüssigkeiten mit Vortheil den Alkohol zu gewinnen.

Fig. 125.



Destillir-Apparat zur Destillation von Hefewasser. Construction Savalle.

Es wird dies dadurch möglich gemacht, daß bei dem Apparate Fig. 125, welcher sonst ganz nach dem Principe der gewöhnlichen Savalle'schen Apparate gebaut ist, dafür Sorge getragen wurde, jeden Wärmeverlust möglichst zu vermeiden, so daß die einmal auf ein gewisses Quantum Flüssigkeit übertragene Wärme immer auf neue Flüssigkeitsmengen übertragen wird und wenn der Apparat einmal angewärmt ist, nur die weitere Zufuhr kleiner Wärmemengen erforderlich sind, um die Verluste zu decken.

In einer im größerem Style angelegten Hefefabrik repräsentiren die Alkoholmengen, welche in den Hefewaschwässern enthalten sind, sehr ansehnliche Summen; in der großen Spiritus- und Hefefabrik Maison-Alfort bei Paris ergeben sich z. B. täglich 400 hl solcher Waschwässer, welche 3 hl reinen Alkohol enthalten und bis zur Aufstellung des neuen Savalle'schen Apparates ungenützt nach dem Canale geführt wurden.

Nachdem in allen Hefefabriken alkoholhaltige Waschwässer gewonnen werden, so wird es gewiß sehr zweckmäßig sein, dieselben auch noch zur Alkoholgewinnung auszunützen und werden sich durch den Werth des aus ihnen gewonnenen Alkoholes sehr bald die Anschaffungskosten des Apparates gedeckt sein.

Das Pressen der Hefe.

Gegenwärtig wendet man noch allenthalben Pressen zur Entwässerung der Hefe an, um schließlich das Handelsproduct „Preßhefe" zu erhalten. Letzteres ist aber nicht „Hefe" in der Bedeutung des Wortes allein, sondern stets ein Gemenge dieser mit wechselnden Mengen von Kartoffelstärke. Man bringt nämlich die Hefe in Form von prismatischen Stücken, meistens zu $^1/_2$ kg Gewicht in den Handel und erhält diese, indem man die abgepreßte Hefemasse knetet und in Formen preßt. Reine Hefe ist aber gewöhnlich nicht bildsam genug und um sich so behandeln zu lassen, sondern bildet eine bröckliche Masse; sie wird aber plastisch, wenn man ihr Stärkemehl zusetzt.

Der Zusatz von Stärkemehl geschieht übrigens auch noch aus anderen Ursachen und zwar, um das Product selbst billiger zu machen und um das Absetzen der Hefe aus den Waschwässern zu erleichtern. Manche Fabrikanten sind auch der Meinung, daß ein Stärkezusatz zur Hefe dazu beitrage, die Haltbarkeit der letzteren zu erhöhen; dies ist aber nicht der Fall: wenn man von derselben Hefe zwei gepreßte Proben darstellt, von welcher die eine aus reiner, die zweite aus mit Stärke versetzter Hefe besteht, und überläßt beide sich selbst, so macht man die Wahrnehmung, daß die Zersetzung beider gleichzeitig beginnt und auch gleichmäßig in beiden fortschreitet.

Der Stärkezusatz, welchen man der Hefe giebt, ist ein sehr bedeutender und beträgt 30—33 pCt. vom Gewichte der Hefe. In der Regel berechnet man den Stärkezusatz nach der angewendeten Schrotmenge und fügt dem ersten Waschwasser der Hefe 4—5 pCt. der angewendeten Schrotmenge an Stärke zu. Die Stärke wird in dem Wasser zerrührt und setzt sich die Kartoffelstärke, welche be-

kanntlich sehr große Körner besitzt, rasch aus Wasser ab; indem sie zu Boden sinkt, reißt sie die Hefezellen mit sich und bewirkt hierdurch das schnelle Klarwerden des Waschwassers.

Dieses durch den Stärkezusatz beschleunigte Niedersinken der in den Waschwässern schwebenden Hefezellen ist als ein entschiedener Vortheil für die Qualität des zu erzielenden Productes zu betrachten, denn je kürzer die Zeit ist, während welcher die Hefe mit den Waschwässern in Berührung steht, desto weniger ist ihr Gelegenheit geboten, ihren Zellinhalt durch Abgabe gewisser Bestandtheile nach außen und Aufnahme von Wasser zu schwächen und desto vollkräftiger wird sie in jeder Beziehung bleiben.

Das Abpressen der genügend gewaschenen Hefe ist eine zwar sehr einfache Arbeit, deren Ausführung jedoch mit einigen Schwierigkeiten verbunden ist. Man soll nämlich mit dem Pressen möglichst rasch vorgehen, um die Hefe so viel nur möglich von Flüssigkeit zu befreien; je trockener das Product ist, desto haltbarer ist es. Da es aber schwer hält, das Durchdringen der außerordentlich kleinen Hefezellen durch die dichtesten Preßtücher ganz hintanzuhalten und diese selbst bei rasch gesteigertem Druck leicht platzen, ist es geboten, Pressen von solcher Construction anzuwenden, welche eine sehr allmälige Steigerung des Druckes gestatten, es aber auch möglich machen, denselben gegen Ende der Operation sehr bedeutend zu steigern.

Eine Presse, welche diesen Anforderungen entspricht, obwohl sie von sehr einfachem Bau ist, hat die nachstehend beschriebene Einrichtung. Der nach dem letzten Waschen hinterbleibende Hefebrei wird in doppelte Preßbeutel von etwa 1 m Länge gebracht, diese fest zugebunden und in einem aus starken Bohlen gefertigten Kasten gelegt, welcher eine quadratische Bodenfläche (1 m zur Seite) und eine Höhe von 80—90 cm besitzt. Nachdem der Boden dieses Kastens mit Beuteln belegt ist, überdeckt man diese mit Brettern und belegt letztere abermals mit einer Lage von Beuteln, welche aber in senkrechter Richtung auf die erste Lage eingelegt werden. Der Kasten wird auf diese Weise mit den Beuteln gefüllt und die oberste Lage derselben mit einem quadratischen Deckel bedeckt, welcher in den Kasten paßt und werden auf diesen Deckel kurze Pfostenstücke gelegt. Man läßt nun den als Hebel wirkenden Balken auf die Pfostenstücke herabsinken und schiebt Anfangs den an einer Rolle befestigten Läuferstein ganz nahe an den Kasten.

Der Druck welcher hierdurch hervorgebracht wird, genügt schon, um aus der Hefe Wasser abzupressen; dieses läuft aber sehr trübe, schlammartig aussehend ab, und enthält noch sehr viel Hefe; man sammelt es für sich und setzt es der nächstfolgend abzupressenden Hefe zu. Wenn einmal der Druck eine gewisse Höhe erreicht hat, so läuft nur mehr klare Flüssigkeit ab, indem die Oeffnungen der Preßtücher durch die Hefezellen selbst so verlegt wurden, daß nur mehr Wasser abfließen kann.

Das Pressen der Hefe wird so lange fortgesetzt, bis in den Säcken eine ziemlich trocken anzufühlende Masse hinterbleibt, welche aber doch noch zwischen

60 und 70 Percent Waſſer enthält; die weitere Behandlung der gepreßten Hefe beſteht in den meiſten Fabriken darin, daß man die Hefe knetet, um ſie etwas bildſamer zu machen und dann in prismatiſche Formen preßt, deren Größe ſo berechnet iſt, daß jedes Hefeſtück beiläufig 500 g oder 1 Zollpfund wiegt, daher auch die an einigen Orten gebräuchliche Benennung „Pfundhefe". Nach dem Aufdrücken des Fabrikſtempels werden die Hefeſtücke meiſt noch mit Stärkemehl eingepudert und in Kiſtchen verpackt; wenn die Hefe für weiteren Transport beſtimmt iſt, wird ſie gewöhnlich noch beſonders in Papier eingeſchlagen.

Die Beſchaffenheit der Preßhefe.

Richtig dargeſtellte Preßhefe bildet eine weißliche, nur ſehr ſchwach gelblich oder bräunlich gefärbte Maſſe, welche beim Drücken zwiſchen den Fingern bröckeln muß, nicht ſchmieren darf, die aber beim Kneten plaſtiſch werden ſoll. — Der Geſchmack der Preßhefe darf nur ein ſehr ſchwacher ſein und darf auch der Geruch nur wenig hervortreten. Derſelbe ſoll das eigenartige jenes Geruches zeigen, welchen man als „Hefegeruch" bezeichnet. Ein deutlich ſaurer Geſchmack bei ſchwachem Geruch deutet gewöhnlich auf die Gegenwart von viel Milchſäure in der Hefe; dieſelbe iſt dann in friſchem Zuſtande ganz gut verwendbar, eignet ſich aber beſtimmt nicht zur Verſendung, indem ſie erfahrungsmäßig ſehr leicht verdirbt und dann einen widerwärtigen Geruch nach ranziger Butter zeigt.

Iſt der Geruch der Hefe von vornherein ein deutlich ſaurer oder käſeartiger, ſo iſt dies ein ſchlimmes Zeichen: Hefe von dieſen Eigenſchaften iſt gewöhnlich ſehr unrein, wimmelt von fremden Fermenten und unterliegt ſehr leicht der Zerſetzung. Nimmt der Hefefabrikant an dem friſchen Producte den ſauren Geruch wahr, ſo iſt dies für ihn die ernſteſte Mahnung, daß ſeine Stellhefe nicht von richtiger Beſchaffenheit iſt, und muß er ſich beeilen, ſo raſch als möglich die Verhältniſſe in die richtigen Bahnen zurück zu führen, indem er ſonſt binnen kurzem dahin kommen würde, überhaupt keine brauchbare Hefe mehr darſtellen zu können.

Es iſt für den Hefefabrikanten, welcher ſein Geſchäft nicht auf gut Glück betreiben will, ein Gebot der Nothwendigkeit, den Zuſtand ſeines Productes immer unter Controle zu halten und reicht hierfür der Geruchsſinn allein nicht aus; wenn man einmal das Vorhandenſein von Producten, welche nicht in die Hefe gehören, durch den Geruch wahrnimmt, ſo iſt die Zerſetzung ſchon weit fortgeſchritten. Würde der Fabrikant ſeine Stellhefe mit dem Mikroſkope unterſucht haben, ſo hätte ihm dieſes ſchon lange vorher gezeigt, daß die Hefe ſtark durch fremde Fermente verunreinigt und eine Beſeitigung dieſer Hefe nothwendig ſei.

Dem in der mikroſkopiſchen Unterſuchung von Hefe Geübten zeigt das Mikroſkop nicht nur die Gegenwart der Verunreinigungen, ſondern giebt ihm auch Aufſchlüſſe über die weitere Beſchaffenheit der Hefe ſelbſt; Preßhefe von der richtigen Beſchaffenheit muß unter dem Mikroſkop gerade ſo ausſehen, wie irgend eine geſunde Hefe, welche man ſoeben aus einer gährenden Flüſſigkeit entnommen hat: die Zellen müſſen ſehr durchſichtig, ſtark lichtbrechend ſein und dürfen nur

wenige Hohlräume besitzen; einige Zellen mit etwas Maischflüssigkeit unter das Mikroskop gebracht müssen sich nach kurzer Zeit zu vermehren beginnen.

Die nach den gewöhnlich üblichen Verfahren dargestellte Preßhefe ist ein Körper von unglaublich großer Veränderlichkeit und tritt letztere namentlich während der heißen Jahreszeit besonders so mächtig hervor, daß die Mehrzahl der Fabrikanten von vornherein darauf verzichten, ein nur etwas haltbares Product herzustellen, sondern so fort arbeiten, um den täglichen Bedarf an Preßhefe eben mit frischer Waare decken zu können.

Preßhefe-Fabriken, welche in großen Städten oder in nächster Nähe derselben gelegen sind, können auch unter diesen Verhältnissen mit Vortheil arbeiten; der Verbrauch an Preßhefe ist in großen Städten ein so bedeutender, daß selbst eine in großem Maßstabe arbeitende Fabrik vollauf zu thun hat, um denselben zu befriedigen. An eine Versendung auf größere Entfernungen ist bei der, nach dem gewöhnlich üblichen Verfahren dargestellten Preßhefe, während der warmen Jahreszeit kaum zu denken, indem das Wagniß ein zu großes ist; von mehreren Preßhefesendungen, welche durch einige Tage in den Frachtwagen der Bahnen befördert wurde, gelangt meist die größere Hälfte in verdorbenem Zustande an den Bestimmungsort.

Wenn man Preßhefe sich selbst überläßt, so bemerkt man namentlich während der heißen Jahreszeit, daß sich die Oberfläche der Stücke mit einem sehr zarten wolligen Anflug überdeckt nnd ändert letzterer seine Farbe in jenes charakteristische Blaugrün um, welches dem Schimmel eigen ist. Die in der Luft so häufig vorkommenden Schimmelsporen finden nämlich an der Preßhefe ein ungemein günstiges Mittel zu ihrer Ernährung und entwickeln sich sehr rasch zu Mycelien oder Lagern welche dann fructificiren, wieder Sporen hervorbringen und in kürzester Zeit das ganze Hefestück überdecken.

Schneidet man ein solches von Schimmel überzogenes Hefestück durch, so findet man, daß sich das Mycelium des Schimmels in Form sehr zarter weißer Röhren bis in bedeutende Tiefe erstreckt. In Folge der Schimmelwucherung geht die Oberfläche der Hefestücke rasch in eine schleimige Masse über und verwandelt sich bald die ganze Hefe in eine solche. Selbst aber Hefe, auf welcher die Schimmelwucherung erst im Beginne ist, wird durch dieselbe meistens schon unbrauchbar, indem sie jenen eigenthümlichen Geruch annimmt, den alle schimmelig werdenden Gegenstände zeigen und welchen man als „dumpfig" bezeichnet. Hefe, welche schon so weit vom Schimmel ergriffen ist, muß als verdorben beseitigt werden.

Verschiedene Verfahren zur Darstellung von Hefe.

Wir haben schon an früherer Stelle auseinander gesetzt, daß wir den vielen Vorschriften, nach welchen sich besonders reichliche Mengen ausgezeichneter Hefe darstellen lassen sollen, nur sehr geringes Vertrauen entgegen bringen, indem in

einer Maische, welche genügende Mengen von Nährstoffen für die Hefe enthält, und dies ist bei einer saueren Getreidemaische wohl immer der Fall, bei normalem Gährungsverlaufe zwischen der Menge der ursprünglich angewendeten Stellhefe und der Menge der neu entstandenen Hefe immer ein innerhalb nicht sehr weiter Grenzen schwankendes Verhältniß herrscht.

Zur Darstellung der Hefemaischen kann jede Getreidesorte verwendet werden und kommt es hauptsächlich darauf an, die Eiweißstoffe in Lösung zu bringen und in Peptone zu verwandeln. Welche Getreideart man am zweckmäßigsten anwendet, hängt wohl zumeist von den örtlichen Verhältnissen ab; während man z. B. in Norddeutschland vorzugsweise Roggen und Gerste anwenden wird, kann man in Ungarn vortheilhaft Mais benützen; die Kunsthefe, deren man sich zum Anstellen der Gährung bedient, wird wohl überall aus Roggenschrot und Gerstenmalz dargestellt und zwar letzteres meist in Form von Darrmalz angewendet.

Wenn man Maismaischen darstellen will und kann für die Herstellung derselben nicht das Hochdruckverfahren anwenden, so muß der Mais sehr fein geschrotet und mit der dreifachen Gewichtsmenge Wassers durch 50 bis 60 Minuten auf 85—90° C. erhitzt werden, um die völlige Verkleisterung herbeizuführen. Zum Zwecke der Verzuckerung wendet man bis zu 33 pCt. Darrmalzschrot vom Gewichte des Maises gerechnet, an — offenbar weit mehr als nöthig ist — und bringt das Malzschrot mit 150 pCt. Wasser eingeteigt bei etwa 50° C. in die verkleisterte Maismaische. Das Verhältniß der einzelnen Körper stellt sich somit beiläufig in folgender Weise:

Maisschrot	100 kg
Wasser	300 l
Darrmalzschrot	33 kg
Wasser	50 l

Die Kunsthefe, welche man zum Anstellen dieser Maische verwendet, wird aus gleichen Theilen Roggen- und Darrmalzschrot dargestellt und zwar in dem Verhältnisse, daß auf 100 Gewichtstheile Maisschrot 10 Gewichtstheile der zur Kunsthefe dienenden Körper verwendet werden, welche man nach der zur Vollführung der Diastasewirkung nöthigen Zeit durch 30 bis 36 Stunden der Peptonisirung überläßt.

Die Maische wird gewöhnlich mit so viel künstlich abgekühlter Schlämpe versetzt, daß die Menge der letzteren ein Viertel der Mischung aus Maische und Kunsthefe ausmacht, somit auf 100 Liter Maische in folgender Weise:

Maische	100 l
Kunsthefe	10 „
Schlämpe	27,5 „

Uebrigens kann man mit dem Schlämpezusatz herab oder hinaufgehen, je nachdem man mit einer säureärmeren oder säurereicheren Schlämpe zu arbeiten hat. In jenen Fällen, in welchen man nicht mit Schlämpe arbeiten will, was jedoch wegen der in der Schlämpe enthaltenen Hefenährstoffe ein nicht unzweck-

mäßiges Verfahren ist, wendet man zur Anſäuerung der Maiſche per Hektoliter der letzteren 200 bis 250 Gramm Schwefelſäure an.

Nach anderen Vorſchriften verwendet man auf 3 Gewichtstheile Roggenſchrot das aus einem Gewichtstheile Gerſte, gewonnene Grünmalz und die fünffache Gewichtsmenge Waſſer, ſonach etwa

Roggenſchrot	450 kg
Grünmalz aus	150 kg Gerſte
Waſſer	3000 kg

und maiſcht in gewöhnlicher Weiſe; die Maiſche wird langſam abgekühlt und möglichſt lange bei einer Temperatur von etwa 40° C. erhalten — offenbar zum Zwecke der Bildung von Milchſäure und dann mit ſo viel kalter Schlämpe verſetzt, bis ſie auf die Anſtelltemperatur von 25° C. abgekühlt iſt, worauf man ſie mit 6 kg Preßhefe anſtellt. Um in letzterer die Hefevermehrung ſchon vor dem eigentlichen Anſtellen einzuleiten, ſtellt man ſie vor, indem man ſie etwa 1 bis 1½ Stunden vor dem Anſtellen mit Maiſche von beiläufig 30° C. verrührt.

Das holländiſche Verfahren zur Gewinnung von Hefe.

In Holland werden ſehr große Mengen von Getreidebranntwein dargeſtellt, welcher meiſtens durch Zuſatz von Wachholder bei der Rectification ein eigenthümliches Bouquet erhält und als „Genever" in den Handel gebracht wird. — Bei der Vergährung der betreffenden Maiſchen gewinnt man als Nebenproduct reichliche Mengen von Hefe, welche, nachdem ſie in Preßhefe verwandelt wurde, einen bedeutenden Ausfuhrartikel bildet. Das Verfahren, welches man bei der Darſtellung des Genevers und der Preßhefe anwendet, iſt folgendes:

Die Maiſche wird aus 60 bis 70 pCt. Getreideſchrot und 30 bis 40 pCt. Malz unter Anwendung von ſo viel Waſſer dargeſtellt, daß ſie zwiſchen 9 und 10 pCt. Saccharometeranzeige zeigt, und erhält man auf dieſe Art offenbar eine an Albuminaten verhältnißmäßig ſehr reiche und zur Ernährung von Hefe ſehr geeignete Flüſſigkeit. —

Nachdem die Maiſche bis auf eine Temperatur von 18 bis 19° C. abgekühlt iſt, ſtellt man ſie mit Hefe, bringt ſie in den Gährbottich und läßt ſie in dieſem durch etwa drei Stunden in Ruhe, worauf man mittelſt einer Pumpe von oben beiläufig ⅔ der Maiſche in einer flachen Kufe, dem ſogenannten Oberbottich, abzieht und in dieſem der Gährung überläßt.

Dieſes Verfahren hat offenbar den Zweck, durch das Ruhen der Maiſche, die aber ſchon geſtellt iſt, das Abſitzen der gröberen unlöslichen Beſtandtheile der Hülſen, des Getreides und des Malzes herbeizuführen, indeß ſich die Hefe in der Flüſſigkeit ſelbſt ſchon ſtark zu vermehren anfängt, welche Vermehrung durch die bei dem Ueberpumpen der Flüſſigkeit in ein flaches Gefäß ſtattfindende Luftzufuhr noch begünſtigt wird.

In dem Oberbottich tritt alsbald energiſche Gährung ein, welche man ſo

lange fortdauern läßt, 40 bis 44 Stunden, bis sich die neuentstandene Hefe an der Oberfläche der Flüssigkeit als eine Masse abgeschieden hat, deren Zusammenhang groß genug ist, um das Abnehmen derselben mit flachen Schaufeln zu gestatten. Nach dem Abschöpfen der Hefe bringt man den Inhalt des Oberbottichs, in welch' ersterem noch sehr viele Hefezellen schweben, in den Gährbottich zurück und läßt in demselben die Maische vollends ausgähren.

Die abgeschöpfte Hefe wird in kaltem Wasser aufgeschlämmt, durch ein sehr feinmaschiges Sieb aus Müllergaze gegossen und in einem Bottich gesammelt; die Hefe hat sich nach 10 bis 12 Stunden zu Boden gesenkt und wird die von ihr abgezogene Flüssigkeit zum Anstellen neuer Gährungen benutzt. (Daß letzteres ohne Nachtheil geschehen kann, beweist, daß die in Holland verwendete Hefe sehr rein sein muß; bei Anwendung unreiner Hefe müßten durch diese Verwendung der Hefewaschwasser zur Anstellung neuer Gährungen die Menge der fremden Fermente in letzteren bald so groß werden, daß man einen Wechsel der Hefe vernehmen müßte.)

Die nur einmal gewaschene Hefe verliert in Folge dieser kurz andauernden Behandlung mit Wasser nur sehr wenig an vergährend wirkender Kraft und wird unmittelbar dem Abpressen unterworfen. Man gewinnt nach dem holländischen Verfahren zwar weniger Preßhefe als nach dem in Deutschland üblichen, (man rechnet in Holland auf 100 kg Getreide, eine zwischen 4 und 6 kg betragende Hefeausbeute) die holländische Preßhefe zeichnet sich aber durch schön weiße Farbe und sehr kräftige Gährwirkung vortheilhaft aus, und erscheint daher das holländische Verfahren unter Verhältnissen, welche vom Anstellen der Maische gerechnet, eine bis zu 60 Stunden und länger dauernde Gährzeit zulassen, ein sehr zweckmäßiges zu sein.

In manchen holländischen Fabriken arbeitet man in der Weise, daß man dem Oberbottich eine so flache Form giebt, so daß er mit einem Kühlschiffe die größte Aehnlichkeit besitzt; die Maische wird nur 10 cm hoch aufgegossen. Die Hefebildung auf der Oberfläche solcher Maischen erfolgt in der Weise, daß sich auf der Oberfläche derselben weniger Schaum, aber an Stelle derselben eine dicke Hefedecke von rahmartiger Beschaffenheit bildet, welche hellbraune Farbe besitzt und nach vollendetem Auftrieb der Hefe zusammenhängend bleibt, wenn man sie wegschiebt.

Vom Standpunkte des Hefewachsthumes aus betrachtet, erscheint dieses Verfahren als ein sehr zweckmäßiges: die Maische, welche in Folge der geringen Tiefe des Oberbottichs eine sehr große Oberfläche besitzt, hat hierdurch Gelegenheit, sehr viel Sauerstoff zu absorbiren, die Hefe kann sich schnell vermehren und sammelt sich an der Oberfläche an, nur ein kleiner Theil der Hefezellen, welcher in der Tiefe der Flüssigkeit lagert, wirkt vergährend, so daß man nach diesem Verfahren sehr viel und vollkräftige Hefe gewinnen kann.

Nach beendetem Hefeauftrieb wird die Hefe nicht abgenommen, sondern die Flüssigkeit, auf welcher sie schwimmt, langsam abgelassen und in den Maischbottich zurück gebracht; die Hefe lagert sich dann als eine zusammenhängende Masse am

Boden des Oberbottichs ab und wird von da mittelst flacher Krücken nach einer Ecke des Bottichs geschoben, in welcher ein Rohr eingesetzt ist, durch das die Hefe in flache (40—50 cm hohe) Bottiche fällt, in welchen sie sich nach einigen Stunden vollständig von der Flüssigkeit abscheidet und dann dem Waschen und Pressen unterzogen wird. Die Hefe, welche zum Stellen folgender Gährungen dient, wird nicht gepreßt, sondern auf eigenthümliche Art conservirt. Man fügt ihr nämlich etwas Wasser zu, welches über Hopfen abdestillirt wurde. Dieses Wasser enthält eine geringe Menge der flüchtigen Bestandtheile des Hopfens, Hopfenöl, in Lösung und wirkt hierdurch conservirend auf die Hefe ein.

Nachdem auf diese Weise immer Spuren der ungemein ausgiebigen Riechstoffe des Hopfens der Hefe und auch dem mit ihrer Hülfe gewonnenen Alkohole anhaften müssen und beiden Producten einen fremdartigen Geruch ertheilen können, überdies die Conservirung nach diesem Verfahren eine sehr unsichere ist, erscheint uns dieses Verfahren wenig zweckmäßig zu sein; weit zweckmäßiger ist es, die Hefe durch einen Zusatz von sehr verdünnter Salicylsäurelösung zu conserviren; die Hefe leidet durch einen solchen gar nicht und liefert dann sehr reine Gährungen, indem die dem Alkoholfermente beigemischten fremden Fermente schon durch ungemein geringe Mengen von Salicylsäure getödtet oder doch mindestens in ihrer Fortpflanzungsfähigkeit in hohem Grade geschädigt werden.

Die „Kräftigung" der Hefe.

Hier mögen noch einige Worte über die vielen, in marktschreierischer Weise angepriesenen Geheimmittel zur Kräftigung der Gährung und Erzielung größerer Hefeausbeute angeführt werden. — Diese „Geheimmittel" bestehen in Zusätzen von Weizenmehl oder feingeschrotetem Darrmalz mit lauem Wasser angerührt oder in Zusätzen von Chemikalien, wie kohlensaures Ammoniak, Soda, Potasche, Salmiak u. s. w., zu Maischen, welche nicht „vorwärts wollen", — das heißt, in welchem die Hefebildung und Gährung eine tiefgreifende Störung erlitten hat. —

Die Zusätze von Weizen- oder Malzmehl können offenbar nur dadurch günstig wirken, daß sie den Maischen stickstoffhaltige Nährstoffe zuführen und hierdurch die Hefe kräftigen; fehlt es daher in der gährenden Maische an diesen Körpern, so können derlei Zusätze in der That nützen. Bei Getreidemaischen wird dieser Fall übrigens kaum eintreten; will man aus Kartoffelmaischen Hefe gewinnen, so muß schon bei der Darstellung der Maische durch Anwendung einer genügenden Malzmenge, Zusatz von Schlämpe u. s. w., für das Vorhandensein stickstoffhaltiger Körper in einer zur Ernährung der Hefe ausreichenden Menge vorgesorgt sein.

Die Zusätze von kohlensaurem Ammoniak, Soda oder Potasche können nur den Zweck haben, überschüssig vorhandene Säure zu binden — milchsaures Ammoniak kann wahrscheinlich der Hefe als (ein nicht besonders günstiges) Nahrungsmittel dienen. Durch die Potasche wird der Maische eine gewisse

Menge des für die Hefe sehr wichtigen Kali zugeführt; am unvortheilhaftesten erscheint mit Bezug auf das Nahrungsbedürfniß der Hefe das kohlensaure Natron (Soda) zur Neutralisation der überschüssigen Säure.

Um die Wirkung eines Zusatzes von Salmiak (Chlorammonium) zu erklären, fehlen uns alle Anhaltspunkte; der Salmiak vermag Hefe nicht zu ernähren und auch nicht freie Säure zu binden, und müssen wir deshalb die Anwendung dieses Körpers als durch nichts begründet erklären als durch das Belieben eines Mannes, welcher vom Wesen der Hefe keinen Begriff hatte.

Wenn man schon Nährsalze zur „Kräftigung" der Hefe anwenden will, so sollen dies offenbar nur solche sein, welche der Hefepflanze wirklich als Nahrung zu dienen vermögen, somit phosphorsaures Kali oder saures Calcium- oder Magnesiumphosphat. Aber auch derlei Zusätze dürfen nur mit der größten Vorsicht gemacht werden und soll man immer nur sehr verdünnte Lösungen der betreffenden Salze verwenden. Es ist bei solchen Zusätzen zu bedenken, daß 100 Gewichtstheile Schrot nur höchstens 12 Gewichtstheile Hefe ergeben und daß die in dieser Hefemenge enthaltenen Aschensalze wieder nur einige Percente vom Gesammtgewicht der Hefe ausmachen, sonach ein Zusatz einiger Gramm von Nährsalzen auf 1 hl Maische als eine ganz ansehnliche Bereicherung des Gehaltes der Maische an mineralischen Hefenährstoffen anzusehen ist.

Wenn ein Hefefabrikant in die Lage kommt, an Mittel zur Abhülfe von nicht normalen Erscheinungen denken zu müssen, soll er immer zuerst darüber nachdenken, ob er nicht einen Fehler bei der Darstellung der Maische oder in dem Anstellen bei unrichtiger Temperatur gemacht hat und soll auch seine Hefe mit dem Mikroskope untersuchen; er wird in den meisten Fällen finden, daß die Ursache der schlechten Hefebildung in einem dieser Factoren liegt. Erst dann, wenn in dieser Richtung kein Fehler aufgefunden werden kann und auch die Maische die gehörige Menge freier Säure und die richtige Temperatur zeigt, mag er in vorsichtiger Weise einen Versuch mit phosphorsauren Salzen machen.

V. Die Conservirung der Hefe.

Jeder Hefefabrikant, auch wenn er nur für den Bedarf seiner nächsten Umgebung arbeitet, muß in Folge der außerordentlich großen Veränderlichkeit, welcher die Hefe unterliegt, bestrebt sein, seinen Hefevorrath vor dem Verderben zu schützen, und giebt es ein sehr einfaches Mittel, um dies in sehr günstiger Weise zu bewerkstelligen: die Aufbewahrung der Hefe in Eiskellern. Die Temperatur eines richtig angelegten Eiskellers beträgt kaum mehr als + 1 ° C.; bei diesem Wärmegrade geht der Lebensproceß in der Hefepflanze selbst und in allen anderen Fermenten, welche der Hefe allenfalls beigemengt sind, so träge vor sich, daß man sogar sehr unreine Hefe viele Tage lang aufbewahren kann, ohne daß man Zersetzung beobachtet, indeß dieselbe Hefe bei 12—14 ° aufbewahrt, schon nach einigen Tagen völlig in Zersetzung übergegangen ist.

Am zweckmäßigsten dürfte die Aufbewahrung der Hefe in Eiskellern in der Weise geschehen, daß man die Hefestücke in einer Lage so neben einander in flache Blechkästen legt, daß sie einander nicht berühren, die Kästen mit Blechdeckeln versieht und unmittelbar auf das Eis stellt. Die Abkühlung erfolgt dann sehr rasch und kann die Hefe auf diese Art sicher aufbewahrt werden. Die Fortpflanzungsfähigkeit und die vergährend wirkenden Eigenschaften der Hefe werden hierdurch nicht im mindesten geschädigt. Die Alkohol bildenden Fermente gehören erfahrungsmäßig zu jenen Organismen, welche erstaunlich niedere Temperaturen zu ertragen vermögen ohne getödtet zu werden*).

Mit den Einrichtungen, welche man in unserer Zeit an den Eisenbahnwagen anbringt, um Bier auf große Entfernungen zu versenden,**) ließe sich auch der Transport der Preßhefe ausführen, und könnte man den Transport von Bier und Preßhefe in gemeinschaftlichen Waggons vornehmen. Für den Transport er-

*) Vergleiche Band I. Seite 193.

**) Vergleiche Band III. Seite 496.

scheint es angezeigt, jedes Stück von Preßhefe für sich allein in Papier einzuschlagen und die Stücke in Kisten, welche mit starkem Papier ausgefüttert sind, zu verpacken.

Es fehlt nicht an Vorschlägen, die Preßhefe in solcher Weise zu behandeln, daß dieselbe größere Haltbarkeit gewinnt, ja es bestehen sogar sehr viele Anleitungen, nach welchen man angeblich die Preßhefe durch lange Zeit unverändert conserviren kann. — Die Mehrzahl der betreffenden Vorschriften sind solcher Art, daß man vornherein darauf verzichten kann, dieselben zu erwähnen, indem man schon bei der Durchlesung der Anleitung zur Ueberzeugung gelangt, daß der „Erfinder der neuen Methode" nicht das mindeste Verständniß von den Lebensbedingungen der Hefe hat. Wenn z. B. vorgeschlagen wird, die Hefe durch Zusammenkneten mit feingepulvertem Zucker oder durch Einrühren in dicke Zuckerlösungen oder in Glycerin zu conserviren, so zeigt ein solcher Vorschlag nur, daß derjenige, von welchem er ausgeht, gar nicht wußte, daß die Hefe in Berührung mit hochconcentrirter Zuckerlösung zu Grunde geht — die getödtete Hefe läßt sich allerdings auf diese Weise conserviren.

Wenn wir die absolut unbrauchbaren Verfahren der Hefeconservirung ausscheiden, so vermindert sich die Zahl der übrig bleibenden Vorschläge auf einige wenige, welche wir in Nachstehendem auseinander setzen werden.

Die Mehrzahl dieser Verfahren zielt dahin, die Hefe möglichst wasserarm zu machen; unter Anwendung genügender Vorsichtsmaßregeln kann man nun allerdings der Hefe sehr viel Wasser entziehen, ohne sie zu schädigen und die ausgetrocknete Hefe lange conserviren. Derartige Versuche lassen sich nun sehr schön im Laboratorium mit einigen Grammen von Hefe und unter der Aufsicht von Männern ausführen, welche ihrem Berufe als Naturforscher nach gewohnt sind, mit der peinlichsten Genauigkeit zu arbeiten, sie lassen sich aber nur schwierig in die Praxis einführen, wo man es täglich mit vielen Centnern von Waare zu thun hat, welche von gewöhnlichen Arbeitern behandelt wird. Wenn man daher liest, daß es möglich sei, der Hefe durch vorsichtiges Austrocknen sehr große Haltbarkeit zu geben, so ist dies allerdings richtig, es fehlt aber bis nun an Mitteln, dieses Austrocknen in der gehörigen Weise mit großen Mengen von Hefe durchzuführen.

Das Trocknen der Hefe auf Gypsplatten.

An Stelle des Auspressens der Hefe, welche Operation ja zu dem Zwecke vorgenommen wird, die Hefe möglichst zu entwässern, hat man auch empfohlen, das Entwässern in der Weise vorzunehmen, daß man die Hefe aus den Beuteln, in welche man sie aus dem Sammelgefäße bringt, auf Platten aus sehr porösem Materiale streicht und von diesem das Wasser einsaugen läßt. Man erspart zwar durch dieses Verfahren die Arbeit des Pressens, muß aber an Stelle dieser andere ausführen, welche entschieden umständlicher sind, so daß das Pressen jedenfalls als das zweckmäßigste Verfahren zu erklären ist.

Gypsplatten, welche auf die Weise hergestellt werden, daß man gebrannten Gyps mit so viel Wasser anrührt, daß die Masse nach einiger Zeit erstarrt, ohne an der Oberfläche Wasser auszuscheiden, sind, nachdem sie durch mehrere Wochen zum Austrocknen hingestellt werden, ungemein porös; bestreicht man sie mit dünnflüssigem Hefebrei, so nimmt der letztere bald eine steifere Beschaffenheit an, und entzieht ihm der Gyps so viel Wasser, daß schließlich eine Hefe hinterbleibt, welche an Wassergehalt der gepreßten gleichkommt. Die gebrauchten Platten müssen so lange bei Seite gestellt werden, bis sie wieder vollständig trocken geworden sind. Wenn kleine Partien von Hefe an diesen Platten haften bleiben und in Zersetzung übergehen, so kann letztere leicht auf Hefe übertragen werden, welche später auf die Platten gestrichen wird und ist schon dieser Umstand ein Grund, der gegen die Anwendung der Trockenplatten spricht; überdies müßte man in einer nur etwas größeren Hefefabrik eine sehr beträchtliche Zahl solcher Platten haben, von welchen wohl täglich einige durch Zerbrechen verloren gingen, so daß also auch von dieser Seite betrachtet, das Austrocknen der Hefe auf Gypsplatten nicht sonderlich empfehlenswerth erscheint.

An Stelle der leicht gebrechlichen Gypsplatten lassen sich auch schwach gebrannte Thonplatten zum Trocknen der Hefe verwenden; mit Ausnahme der geringeren Gebrechlichkeit theilen sie übrigens sämmtliche anderen Nachtheile mit den Gypsplatten und dürfte es nothwendig sein, sowohl die Thon- als die Gypsplatten von Zeit zu Zeit auf 120 bis 130 Grade zu erhitzen, um alle ihnen anhaftenden Organismen, welche nachtheilig auf die Hefe einwirken könnten, zu zerstören.

Es sei überhaupt hier darauf aufmerksam gemacht, daß in einer Hefefabrik die größte Sorgfalt auf Reinlichkeit zu verwenden sei. Hefetropfen, welche auf den Boden gefallen sind, Stückchen von Preßhefe, welche unbeachtet liegen bleiben, fallen rasch der Zersetzung durch Fäulnißfermente anheim. Die Keime der letzteren gelangen in die Luft des Arbeitsraumes und können Ursache des raschen Verderbens großer Hefepartien werden. Es walten eben in einer Hefefabrik dieselben Bedingungen, wie in einer Spiritusfabrik, Brauerei und Mälzerei — in allen diesen Anstalten dürfen keine anderen Fermente aufkommen, als eben jene, deren man zu den Fabrikszwecken bedarf.

Das Trocknen der Hefe mittelst wasserentziehender Substanzen.

Wenn man Hefe bei niederer Temperatur und sehr langsam austrocknet, ist es in der That möglich, dieselbe in einen solchen Zustand zu versetzen, daß sie als vollkommen lufttrockenes Pulver erscheint, welches man einige Zeit aufbewahren kann, ohne daß die Wirksamkeit der Hefe hierdurch stark vermindert wird. Bringt man solche trocken gemachte Hefe in eine zu ihrer Ernährung geeignete Flüssigkeit, so schwellen die Zellen wieder an und versetzen die Flüssigkeit in Gährung; es dauert jedoch merklich länger, als bei Anwendung frischer, feuchter Hefe, bis überhaupt Gährung eintritt, und ist auch die Production neuer Hefe bei weitem nicht so stark, als sie bei Anwendung gewöhnlicher Preßhefe ist.

Wir haben uns vielfach bemüht, Hefe unter Anwendung aller Hülfsmittel, welche dem Chemiker zu Gebote stehen, auszutrocknen, ohne daß sie hierbei geschädigt werde — in allen Fällen zeigten sich aber die eben angeführten Erscheinungen, welche offenbar auf eine Schwächung der Hefe hindeuten. Der eigentliche Organismus der Hefe besteht aus eiweißartigen Körpern und erscheint es uns gar nicht auffällig, daß manche dieser so überaus leicht veränderlichen Körper schon durch Wasserentziehung bei gewöhnlicher Temperatur Veränderungen erleiden, welche dem Hefeorganismus nachtheilig sind.

Da man schon bei der Bearbeitung der Hefe im Kleinen die angedeuteten Wahrnehmungen macht, wird man, im Falle das Trocknen der Hefe im großen Maßstabe ausführen will, auf dasselbe die größte Aufmerksamkeit wenden müssen, um ein Product zu gewinnen, welches überhaupt noch lebende Hefe enthält.

Um Hefe bei gewöhnlicher Temperatur rasch auszutrocknen und in feste Masse zu verwandeln, kann man sich der stark wasseranziehenden Kraft des Chlorcalciums bedienen; dieses Salz, welches in wasserfreiem Zustande von gewissen Fabriken chemischer Producte in den Handel gesetzt wird, nimmt aus der Luft sehr schnell Wasser auf und kann, nachdem es zerflossen ist, durch Erhitzen wieder in wasserfreies Chlorcalcium umgewandelt werden, welches man neuerdings zum Austrocknen verwenden kann.

Schließt man feuchte Hefe mit Chlorcalcium in einen von der äußeren Luft abgeschlossenen Raum ein, so wird das Chlorcalcium binnen wenigen Minuten der Luft in diesem Raume alles Wasser entzogen haben und in Folge dessen die Abdunstung von Wasser aus der Hefe sehr rasch vor sich gehen. Da dieses Wasser von dem Chlorcalcium schnell absorbirt wird, so geht die Austrocknung der Hefe in kurzer Zeit vor sich; die Hefe schrumpft sehr stark zusammen und wird zu einer zerreiblichen Masse von bräunlicher Farbe.

Nachdem concentrirte Schwefelsäure ebenfalls zu jenen Körpern gehört, welche mit großer Begierde Wasser aus der Luft anziehen, kann man sich auch der Schwefelsäure, und überhaupt jedes stark hygroskopischen Körpers zum Austrocknen der Hefe bedienen; unter allen dürfte sich aber das Chlorcalcium am billigsten beschaffen lassen.

Ein Trocknungsapparat zum Austrocknen der Hefe wäre leicht auf die Weise herzustellen, daß man die Wände einer Kammer mit Papier auskleidet und dieses mit einem guten Lackfirniß überzieht; die Wände könnten auf diese Weise luftdicht gemacht werden und könnte man auch die Thür der Trockenkammer durch Belegen mit Kautschuk leicht luftdicht schließen machen. Die zu trocknende Hefe wäre in dünnen Schichten auf Brettern auszubreiten und das geschmolzene Chlorcalcium in Stücken auf Drahtnetze zu legen, die über entsprechend geformten Blechwannen stehen, welch' letztere zum Auffangen der von den Chlorcalciumstücken abtropfenden Lösung dienen.

Die Hefe wäre so lange in der Trockenkammer zu belassen, bis man an einem an der Innenseite der Thüre hinter einer Glastafel angebrachten Hygrometer beobachtet, daß die Anzeige desselben nicht weiter abnimmt; es wird dies

anzeigen, daß die Hefe so viel Wasser abgegeben hat, als sie überhaupt abzugeben vermag und das Trocknen beendet ist. Da die ausgetrocknete Hefe ein Körper ist, welcher ziemlich leicht Wasser aus der Luft anzieht, so wird man die ausgetrocknete Hefe, unmittelbar wie sie aus der Trockenkammer kommt, in Glasgefäße zu füllen haben, welche luftdicht zu verschließen sind.

Das Trocknen der Hefe könnte auch in der Weise bewerkstelligt werden, daß man einen auf höchstens 35—36° C. erwärmten Strom reiner Luft durch einen Kasten treibt, in welchem die Hefe auf Brettern ausgebreitet ist, die so aufgestellt sind, daß der Luftstrom im Zickzackwege über die Hefe wegstreichen muß und sich hierbei mit Feuchtigkeit beladet; um aber in diesem Falle mit Sicherheit arbeiten zu können, ist es unbedingt geboten, an dem Trocknungsapparate eine thermostatische Vorrichtung anzubringen, welche verhindert, daß die Temperatur über das angegebene Maximum steige. Wenn man die Einrichtung trifft, daß die Luft, welche auf 36° C. erwärmt über die Hefe streichen soll, vorher über Chlorcalcium oder durch Schwefelsäure gehen muß und hierbei vollständig getrocknet wird, so wird das Austrocknen der Hefe in noch kürzerer Zeit beendet sein, als wenn man blos mit erwärmter Luft arbeitet.

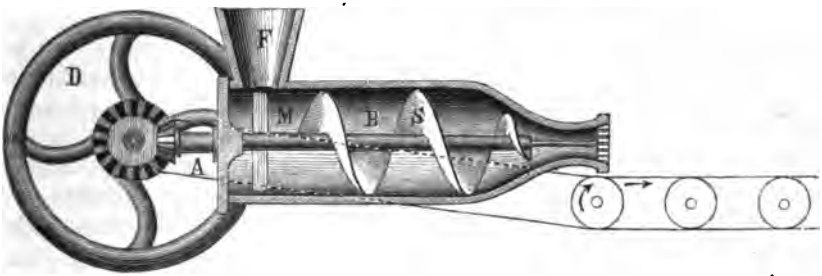
Um nicht das Trocknen auf eine zu lange Zeit ausdehnen zu müssen, wird man trachten, die zu trocknende Hefe schon vorher durch Pressen oder Centrifugiren so weit zu entwässern als nur möglich und wird diese Hefe dann in möglichst dünnen Schichten zum Trocknen ausbreiten; je größer nämlich die Oberfläche der zu trocknenden Substanz ist, desto mehr Wasserdampf giebt sie in einer gewissen Zeit aus und desto schneller und vollkommener findet das Trocknen statt. —

Reichenkron's Apparat.

F. Reichenkron in Charlottenburg hat einen besonderen Apparat construirt, mittels welchem es möglich ist, der Hefe eine große Oberfläche zu geben und hierdurch das schnelle Austrocknen derselben zu veranlassen. Dieser Apparat (D. R. P. 3873) besitzt eine gewisse Aehnlichkeit mit jenem, welcher zum Formen der Chocolademasse verwendet wird und besteht Fig. 127 aus folgenden Theilen: In einem aus Eisenguß verfertigten Cylinder B läßt sich mittelst eines Schwungrades D und mit demselben verbundenen Kegelrädern eine Welle A in Umdrehung versetzen. An dieser Welle sind Messer M und eine Schraubenfläche S angebracht und wird durch diese die breiige Hefe, welche durch einen Füllrumpf F in den Cylinder gelangt, erfaßt und nach dem vorne mit mehreren Oeffnungen versehenen Ansatzstücke des Cylinders B gepreßt, aus welchem sie in Form von Fäden mit geringem Durchmesser hervortritt. Vor diesem Ansatzstücke ist ein sogenanntes endloses Tuch aufgespannt, welches gleichzeitig mit der Schraube durch das Schwungrad in Bewegung gesetzt wird. Man legt auf dieses Tuch Blechtafeln, auf welchen die Hefefäden aufgefangen werden und bringt sie auf den Blechtafeln in eine Trockenvorrichtung.

Obwohl relativ befriedigende Ergebnisse liefernd, scheint uns doch das Verfahren der Austrocknung der Hefe kein solches zu sein, welches wenigstens in der Weise, wie man es gegenwärtig ausführt, für die Praxis besonders geeignet wäre. Quantitäten von Hefe, welche viele Centner wiegen, dürften sich nur schwierig durch Trocknen conserviren lassen, indem die Arbeit und die Kosten des ganzen Verfahrens zu kostspielige sind.

Fig 127.



Die Conservirung der Hefe durch fäulnißwidrige Körper.

Es ist bekanntlich gegenwärtig mit gar keinen Schwierigkeiten verbunden, die leichtest zersetzbaren Stoffe durch Zusatz fäulnißwidriger Körper zu conserviren und hat man namentlich in der Salicylsäure einen solchen Körper gefunden, welcher sich wegen seiner Unschädlichkeit sowie des Umstandes wegen, daß er geruch- und geschmacklos ist, in vorzüglicher Weise zur Conservirung von Nahrungsstoffen eignet.

Bei der Conservirung von Hefe tritt uns aber ein Umstand entgegen, welcher die Lösung der Conservirungsfrage unter Anwendung antiseptisch wirkender Körper zu einer ungemein schwierigen macht. Diese Körper wirken nämlich dadurch conservirend, daß sie alle in den leicht zersetzbaren Substanzen enthaltenen Fermente tödten und hierdurch die Wirkung derselben auf die zu conservirenden Stoffe aufheben. Da die Hefe selbst ein Ferment ist, so erscheint es eigentlich unmöglich, dieselbe unter Anwendung antiseptischwirkender Körper zu conserviren.

Trotz des scheinbaren Widerspruches, welcher zwischen den Wirkungen der antiseptischen Körper und der Conservirung von Hefe liegt, ist es aber dennoch möglich, die Conservirung letzterer mit einem dieser Körper durchzuführen und wie gleich hier beigefügt werden möge, ist das zu beschreibende Verfahren bis nun das einzige, mittelst dessen Hilfe sich die Conservirung der Hefe auf befriedigende Weise ausführen läßt.

Das Verderben der Hefe wird dadurch hervorgerufen, daß sich in ihr Spaltpilze entwickeln, welche sich ungemein schnell vermehren und die Hefezellen rasch zerstören; wenn die Hefe nicht genügend ausgewaschen ist, so können der Wirkung

der Spaltpilze auch jene des Milch-, Essig- und Buttersäurefermentes vorangehen, schließlich gewinnen aber doch die Spaltpilze den Sieg über alle anderen Fermente und zerstören die Hefe vollständig. Es wird sich demnach bei der Conservirung von Hefe vor allem darum handeln, ein Verfahren ausfindig zu machen, durch welches die in der Hefe enthaltenen Spaltpilze bestimmt und womöglich noch alle anderen fremden Fermente getödtet werden, das Alkoholferment aber ungeschädigt bleibt.

Die Conservirung der Hefe durch Salicylsäure.

Wie wir schon in dem Absatze hervorgehoben haben, in welchem von der Darstellung reiner Hefe die Rede war, äußert die Salicylsäure sehr verschiedene Wirkungen gegen verschiedene Fermente: Mengen von Salicylsäure, gegen welche Alkoholfermente noch völlig indifferent sind, reichen aus, um die Spaltpilze mit Sicherheit zu tödten; man hat daher durch Anwendung entsprechender Mengen von Salicylsäure ein Mittel an der Hand, sowohl reine Hefe zu cultiviren, als Hefe selbst, sei diese nun rein oder unrein, zu conserviren, und im letztgenannten Falle zugleich in sehr reine Hefe zu verwandeln.

Das Verfahren, nach welchem diese Conservirung auszuführen ist, ist außerordentlich einfach und kann auf Hefe angewendet werden, welche man nach irgend einem Verfahren dargestellt hat. Man wäscht die Hefe auf gewöhnliche Weise und zwar möglichst schnell aus und übergießt sie dann mit einer Lösung von Salicylsäure in Wasser, welche man durch Auflösen von einem Gewichtstheil Salicylsäure in der zehn- bis zwanzigtausendfachen Wassermenge bereitet (somit auf je 20 Liter Wasser 1 bis 2 gr Salicylsäure). Es sei hier ausdrücklich bemerkt, daß das Gelingen der ganzen Arbeit von der richtigen Concentration der Salicylsäurelösung abhängig ist; durch Anwendung einer concentrirteren Lösung würde man die Hefe selbst schädigen, durch eine zu schwache Lösung den beabsichtigten Zweck, die Tödtung der Spaltpilze, nicht sicher erreichen.

Die mit der Salicylsäurelösung übergossene Hefe wird mit derselben tüchtig verrührt, bis das Ganze zu einer milchigen Flüssigkeit geworden ist und dann durch mehrere Stunden in Ruhe gelassen. Sämmtliche mit der Flüssigkeit in Berührung stehenden Organismen nehmen hierbei Salicylsäure auf; den Hefezellen ist die Salicylsäuremenge, welche sie aus einer Lösung von der angegebenen Stärke aufnehmen, sowohl in Bezug auf die vergährende Wirkung als auch in Bezug auf die Fortpflanzungsfähigkeit völlig unschädlich, die Zellen der Spaltpilze werden hierdurch getödtet, jene des Milchsäureferm entes mindestens sehr stark geschwächt.

Die von der Salicylsäurelösung getrennte Hefe wird auf gewöhnliche Weise gepreßt und in Papier eingeschlagen, welches man vorher mit einer Salicylsäurelösung von gleicher Stärke (1 : 10,000 oder 1 : 20,000) getränkt und wieder getrocknet hat. Soll die Hefe einen Zusatz von Stärkemehl erhalten, so ist derselbe schon während des Waschens oder vor dem Uebergießen der Hefe mit der Salicylsäurelösung zu machen, damit die dem Stärkemehl anhaftenden Fermente ebenfalls

getödtet werden. Ehe man die fertig geformten Hefestücke in das Papier einschlägt, überfährt man letzteres noch mit einem feuchten Tuche, damit es sich recht fest an die Oberfläche der Hefestücke anlegt. Nachdem die Salicylsäurelösung conservirend wirkt, braucht man die so behandelte Hefe nicht einmal besonders kräftig zu pressen.

Es sei hier bemerkt, daß man mit der Concentration der Salicylsäurelösung sogar noch ziemlich bedeutend über das Verhältniß 1 : 10,000 hinausgehen kann, ohne die Hefe zu schädigen, wie sich aus zahlreichen Versuchen, welche ich über diesen Gegenstand anstellte, mit Gewißheit ergab. Hefe, welche mit Salicylsäurelösung behandelt worden war, ergab nach wochenlangem Aufbewahren noch immer normale Gährungen; nicht conservirte Hefeproben, welche zur Vergleichung unter den nämlichen Verhältnissen aufbewahrt wurden, waren schon nach kurzer Zeit in Fäulniß übergegangen.

Als Richtschnur für die Concentration der Salicylsäurelösung, welche man zur Conservirung der Hefe anwendet, mag man sich jedoch vor Augen halten, welchen Zweck man mit der Conservirung erreichen will. Handelt es sich blos darum, Hefe durch mehrere Tage und während der warmen Jahreszeit zu conserviren, so erreicht man das Ziel schon mit der schwachen Lösung (1 : 20,000). Soll hingegen die Hefe für längere Zeit conservirt bleiben oder ist sie während des Sommers in Eisenbahn-Frachtwagen gewöhnlicher Construction (ohne Kühlvorrichtung) zu versenden, so wird es angezeigt erscheinen, die Hefe mit einer Lösung von der Concentration 1 : 10,000 zu behandeln.

Preßhefe, welche auf diese Art behandelt wurde, zeigt im Vergleiche mit gewöhnlicher eine außerordentliche Haltbarkeit und läßt sich selbst ohne weitere Vorsichtsmaßregeln nach weit entfernten Orten versenden, ohne sich zu verändern. In gährungsfähige Flüssigkeiten gebracht, beginnt sie sich sogleich zu vermehren und normale Gährungen hervorzurufen, die neuentstehende Hefe ist ungemein rein. Es ist noch zu bemerken, daß die Hefe, während sie sich vermehrt und vergährend wirkt, die in ihr enthaltene Salicylsäure ganz aufzehrt: in der stark gährenden Flüssigkeit läßt sich keine Salicylsäure mehr nachweisen.

Durch Anwendung von Salicylsäure in der oben angegebenen Weise, läßt sich somit die Aufgabe: die Hefe, ohne daß sie in ihren Eigenschaften geschädigt werde, in vollkommen befriedigender Weise lösen und verdient daher die Salicylsäure die volle Aufmerksamkeit aller Hefefabrikanten, indem sie das einzig brauchbare Mittel ist, welches sich zur wirklichen Conservirung der Hefe verwenden läßt. Hefe, welche nicht sofort verbraucht werden soll, namentlich aber solche, welche zur Versendung bestimmt ist, sollte stets der Behandlung mit Salicylsäure unterworfen werden; die Kosten, welche diese Behandlung verursacht, sind wegen der sehr kleinen Salicylsäuremenge, deren man zur Conservirung sehr großer Hefemengen bedarf, völlig verschwindende zu nennen.

VI. Die neuen Verfahren zur Gewinnung von Hefe.

Seitdem die Vorgänge genauer bekannt sind, welche stattfinden, wenn die Eiweißkörper, welche in Getreide, Malz, Kleien u. s. w. vorhanden sind, bei einer etwa 36° C. betragenden Temperatur mit Wasser und Säuren in Berührung stehen, mußte man die Wahrnehmung machen, daß die bisher übliche Methode der Hefegewinnung eine wenig rationelle sei, und ist man durch die Verbesserung der Methoden zur Darstellung von Kunsthefe allmälig dem Ziele, Hefe in richtiger Weise zu cultiviren, näher gerückt.

Das wesentliche der chemischen Vorgänge, welche stattfinden, wenn die im Getreide, Malz, Kleien u. s. w. enthaltenen Eiweißkörper mit sehr verdünnten Säuren und bei entsprechender Temperatur in Berührung stehen, liegt bekanntlich darin, daß die Eiweißkörper in Lösung übergeführt und in Peptone umgewandelt werden, welch' letztere von der Hefe mit Leichtigkeit assimilirt werden; durch die sauere Beschaffenheit der Flüssigkeit wird ferner die Entwickelung fremder Fermente von vornherein unterdrückt und geht außerdem noch eine bedeutende Menge der zur Ernährung der Hefepflanze unentbehrlichen Salze in Lösung.

Nach den älteren Methoden der Bereitung von Kunsthefe bewirkt man bekanntlich diese Vorgänge dadurch, daß man zuerst in der Flüssigkeit Milchsäuregährung einleitet und die Umsetzung der Stoffe durch die Einwirkung der Milchsäure veranlaßt. Wir haben schon an früherer Stelle auf das wenig Zweckmäßige dieses Verfahrens hingewiesen und wollen hier nur noch bemerken, daß es begreiflicher Weise nach demselben nicht möglich ist, reine Preßhefe zu erhalten, indem der Hefepflanze immer eine gewisse Menge von Milchsäureferment beigemengt ist. Wenn man Preßhefe, welche aus der Hefe dargestellt wurde, welche sich bei der Gährung von Maischen ausscheidet, mit dem Mikroskope untersucht, so findet man, daß dieselbe stets Milchsäureferment enthält, dessen Menge von dem Umstande abhängig ist, ob sich die Milchsäuregährung im Gahrbottich durch längere oder kürzere Zeit fortgesetzt hat.

Da die oben erwähnte Wirkung nicht blos der Milchsäure allein zukommt, sondern überhaupt allen Säuren, so ersetzt man jetzt häufig, wenn es sich um die Darstellung von Hefe handelt, die Milchsäure durch Mineralsäuren, und wendet gewöhnlich Chlorwasserstoff- oder Phosphorsäure an. Nachdem letztere eine zur Ernährung der Hefepflanze höchst wichtiger Körper ist, so ist es zu empfehlen, trotz des höheren Preises der Phosphorsäure im Vergleiche mit der Salzsäure derselben den Vorzug zu geben.

Geschrotetes Getreide, Kleie, Hülsenfrüchte enthalten Eiweißkörper und werden diese auf die angedeutete Weise peptonisirt und in Lösung gebracht; Malzkeime enthalten schon gewisse Mengen fertiger Peptone und kann man durch einfache Extraction der Malzkeime mit Flüssigkeiten, welche Peptone zu lösen vermögen und Zusatz von Zucker eine zur Hefeproduction geeignete Nährflüssigkeit darstellen; das nachfolgend beschriebene Verfahren der Hefegewinnung von F. W. Marquardt in Hannover basirt auf dieser Thatsache.

Wie schon an früherer Stelle hervorgehoben wurde, ist es möglich, Hefe zu produciren, ohne daß die vergährende Wirkung derselben zur Geltung gelangt und ist es hierfür blos erforderlich, der Pepton- und Nährsalzlösung nur geringe Mengen von Zucker beizumengen und für reichliche Durchlüftung der Flüssigkeit Sorge zu tragen; der vorhandene Zucker wird in dem Maße, in welchem die Neubildung von Hefe stattfindet, verzehrt, aber vollständig zur Bildung der Cellulosemembrane verwendet, von welcher jede Hefezelle umschlossen ist. Bei dem Rainer'schen Verfahren der Hefebereitung ist dieser Thatsache Rechnung getragen und soll die vollständige Umwandlung der in Lösung vorhandenen Nährstoffe der Hefe in Organismen stattfinden.

Ein drittes Verfahren zur Herstellung von Hefenährlösungen ist jenes, welches von Hirsch in Vorschlag gebracht wurde und sich darauf gründete, daß der Kleber, welcher in Rohgetreide enthalten ist, in schwachen Kochsalzlösungen sehr leicht und fast vollständig löslich ist. Man kann nach diesem Verfahren entweder, wenn es sich um Gewinnung von Alkohol handelt, die Darstellung der Kunsthefe bei Seite lassen und die für die Ernährung der Hefe nothwendigen Stoffe durch Lösen des Klebers in die Maische bringen, oder man kann aus dem rohen Getreideschrot den Kleber extrahiren und den aus Stärke und Hülsen nebst sehr wenig Kleber bestehenden Rückstand entweder auf Zucker (durch Maischung) oder auf Stärke (durch Schlämmen) weiter verarbeiten.

Der Hauptwerth der neuen Verfahren zur Hefegewinnung liegt offenbar darin, daß bei denselben nicht mehr wie vormals ausschließlich die kostspieligen Materialien Malz und Getreideschrot zur Anwendung gebracht werden, sondern daß man zur Darstellung der Nährstofflösungen jetzt Stoffe verwenden kann, welche als Abfallproducte nur sehr geringen Handelswerth haben: für Malzkeime, Kleien, Kleber und Schlämpe kann gar keine einträglichere Verwerthung gedacht werden, als selbe zur Hefeproduction zu benutzen. Schon dieser Umstand allein muß es mit sich führen, daß die neuen Methoden der Hefegewinnung so-

bald sie genügend ausgebildet sind, die älteren rasch verdrängen müssen, indem diese fortan nicht mehr concurrenzfähig sind.

Wir lassen nachstehend die Beschreibung der einzelnen Verfahren möglichst genau an den Inhalt der betreffenden Patentbeschreibungen anschließend, folgen, und stellen jenes Verfahren, nach welchem sowohl Hefe als Maische gewonnen werden kann, das Hirsch'sche jenen voran, welche hauptsächlich auf Gewinnung von Hefe allein abzielen.

Das Verfahren der Hefegewinnung von Hirsch.

Bei diesem Verfahren werden die Proteïnsubstanzen — der Kleber — welche sich in Getreidemaischen vorfinden, in Lösung gebracht und können dann in zweifacher Weise nutzbar gemacht werden: entweder dadurch, daß man die Maische nach erfolgter Lösung des Klebers unmittelbar mit Hefe stellt und zur Vergährung bringt, somit die besondere Darstellung von sauerer Kunsthefe ganz bei Seite lassen kann, oder indem man die Lösung des Klebers von der Stärke und den Hülsen trennt und zur Cultur von Hefe verwendet, indeß die Stärke auf gewöhnliche Weise durch den Maischproceß in Zucker umgewandelt wird.

Das Verfahren gründet sich darauf, daß sich der Kleber leicht in schwachen Kochsalzlösungen löst und die Lösung ohne Schwierigkeit von dem Stärkemehl und den Hülsen getrennt werden kann.

Wenn es sich darum handelt, den Kleber einer Getreidemaische, in welcher durch Anwendung von Malz und Wärme aus dem Stärkemehl Maltose und Dextrin gebildet wurde, in Lösung zu bringen, so fügt man der noch heißen Maische 2 bis 4 Percent von dem Gewichte der ursprünglich angewendeten Schrotmenge an Kochsalz zu; dieses bewirkt, daß der Kleber in Lösung geht und kann dann die gekühlte Maische ohne weiteres mit Hefe in Gährung gesetzt werden; sie enthält so viel Proteïnate in Lösung, daß die Hefe hinreichend vermehrt wird, um den vorhandenen Zucker zu vergähren.

Zum Zwecke der Darstellung einer Nährflüssigkeit für Hefe wird das Getreideschrot mit seiner fünf- bis zwölffachen Gewichtsmenge kalten Wassers übergossen, in welchem man vorher 3 bis 6 Percent vom Schrotgewichte Kochsalz gelöst hat. (Die Menge der anzuwendenden Salzlösung wird vorher durch eine im Kleinen ausgeführte Probe festgestellt und ist um so größer, je mehr Kleber das zu verarbeitende Getreide enthält.) Beim Mischen des Schrotes mit der Salzlösung ist dafür Sorge zu tragen, daß eine gleichförmige klumpenfreie Maische entsteht, was wohl am sichersten dadurch erzielt wird, daß man das auf einem Quetschwerk möglichst fein geschrotete Getreide in die Flüssigkeit einträgt und die Masse durch ein Rührwerk so lange bearbeiten läßt, bis sie ganz gleichförmig geworden ist.

Nachdem dies erreicht ist, überläßt man die Maische durch 12 bis 24 Stunden sich selbst; das Stärkemehl, die Getreidehülsen und eine geringe Menge des Klebers haben sich dann als zusammenhängende Masse am Boden des Gefäßes abgelagert. Die überstehende klare Flüssigkeit enthält den größten Theil des

Klebers in Lösung. Letztere wird möglichst vollständig abgezogen und die Stärkemasse kann dann in gewöhnlicher Weise durch Zusatz von Malz und heißem Wasser in Maltose übergeführt werden.

Die Kleberlösung wird mit einer entsprechenden Menge süßer Maische gemischt und nachdem sie mit Hefe versetzt wurde, in sehr flachen Gefäßen (6 m lang, 1,33 m breit, 16 cm hoch) sich selbst überlassen. In Folge der großen Oberfläche, welche die Flüssigkeit in diesen Gefäßen der Luft darbietet, hat die Hefe Gelegenheit, reichlich Sauerstoff aufzunehmen und vermehrt sich sehr schnell. Ein Theil der neugebildeten Hefe scheidet sich an der Oberfläche der Flüssigkeit ab und wird von Zeit zu Zeit abgenommen, der andere sinkt zu Boden und wird, nachdem die Hefebildung ihr Ende erreicht hat, mit ersterem vereinigt und in gewöhnlicher Weise auf Preßhefe verarbeitet.

Schon vor Hirsch haben J. Brunet und J. Jois in München ein Verfahren veröffentlicht, nach welchem der Kleber, der sich bei der Fabrikation von Stärke ergiebt, zur Ernährung von Hefe verwendet werden soll. Nach diesem Verfahren wird das Wasser, welches in den Absetzbottichen für die Stärke über letzterer steht, zur Verkleisterung von Weizenmehl verwendet und zwar in dem Verhältnisse von 1370 l Wasser und 200 kg Weizenmehl. In diese Maische wird nach und nach in Partien von je 2½ kg 50 kg trockener Weizenkleber eingetragen und schließlich 5 l abgerahmte Milch zugefügt, worauf man die Maische so lange bei 40° C erhält, bis durch die hierbei entstehende Milchsäure aller Kleber gelöst ist.

Die zum Stellen dieser Maische dienende Kunsthefe wird aus 50 kg Kleber, 100 kg Maismehl, 38 kg Grünmalz, 3 kg Oberhefe (in warmer Milch aufgeschlämmt) und 300 l Wasser in der Weise hergestellt, daß man das Maismehl für sich mit Wasser kocht, mit soviel von der erst bereiteten Maische versetzt, daß die Temperatur der Flüssigkeit etwa 70° C. beträgt, allmälig das Malz und schließlich (nach beendeter Wirkung des Malzes) die Hefe zufügt, worauf man die Flüssigkeit durch zwei Stunden sich selbst überläßt und dann mit der ersten Maische vermischt.

Wie aus dieser Beschreibung entnommen werden kann, soll die Lösung der Eiweißstoffe bei diesem Verfahren durch das Malz, die Peptonisirung durch Milchsäure erfolgen — es erscheint aber ziemlich unwahrscheinlich, daß dies in entsprechender Weise geschehen werde — wie denn auch dieses Verfahren, obwohl es den an sich ganz richtigen Gedanken enthält, den Kleber als Nahrungsmittel der Hefe zu benutzen, keine allgemeine Anwendung in der Praxis gewonnen hat.

Marquardt's Verfahren zur Bereitung von Hefe.

F. W. Marquardt wendet zur Gewinnung der Nährstofflösung für Hefe zwei Verfahren an, welche man nach der Aufeinanderfolge der diesbezüglichen

Patentschriften als das ältere und als das neuere Verfahren bezeichnen kann. Nachdem das neuere Verfahren in manchen Dingen sehr wesentlich von dem älteren abweicht, lassen wir die Schilderung des älteren Verfahrens vorangehen. Nach der Patentschrift Nr. 6622 machte Marquardt die Entdeckung, daß die eiweißartigen Körper, welche sich in trockenen Malzkeimen vorfinden, in einer Lösung von Glucose löslich seien und sich auch in alkalienfreier Melasse, deren Concentration nicht größer als 20 bis 25° Balling ist, bei gewöhnlicher Temperatur lösen. Die auf diese Weise in Lösung gebrachten Körper gehören in die Gruppe der Peptone und sind gute Nährmittel der Hefepflanze.

Dem Principe nach hat man bei dem Marquardt'schen Verfahren nichts weiter zu thun, als trockene Malzkeime mit neutralisirter Melasse zu behandeln und nach einiger Zeit in der von den unlöslichen Stoffen getrennten Flüssigkeit Hefe auszusäen; die Durchführung des Verfahrens in der Praxis ist dementsprechend auch ungemein einfach:

Man übergießt die Malzkeime mit einer Lösung von Glucose oder von neutralisirter Melasse, welcher man eine zwischen 10 und 20° Balling wechselnde Concentration geben kann, und läßt sie unter öfterem Umrühren durch beiläufig 18 Stunden mit der Flüssigkeit in Berührung. Um das richtige Verhältniß zwischen den extrahirten Peptonen und Salzen einerseits und dem Zucker andererseits herzustellen, wählt man die Menge der Flüssigkeit derart, daß der in der Glucoselösung oder Melasse enthaltene Zucker eben so viel wiegt als das Gewicht der angewendeten Malzkeime beträgt. Dies würde z. B. für die Anwendung einer 15 percentigen Zuckerlösung ein 6 bis 7 l betragendes Flüssigkeitsquantum auf 1 kg trockener Malzkeime ausmachen.

Nach beendeter Extraction stellt man sich eine klare Lösung der Nährstoffe dar, indem man die Masse centrifugirt oder preßt. Die sich hierbei ergebende Flüssigkeit wird auf 20 bis 25° R. (25 – 31,25° C.) erwärmt und obergährige Hefe in derselben ausgesäet. Bei so hoher Temperatur findet eine ungemein stürmisch verlaufende Gährung statt und wird der größte Theil der Hefe an die Oberfläche der Flüssigkeit geführt und abgeschöpft; nur ein geringerer Theil lagert sich am Boden des Gefäßes ab. Um die Hefe mit möglichst viel Luft in Berührung zu bringen und sie hierdurch zu kräftigen, läßt man entweder die Gährung in sehr flachen Gefäßen (Kühlschiffen) verlaufen oder verwendet zur Vergährung gewöhnliche Gährbottiche, in welchen für eine genügende Durchlüftung der Flüssigkeit vorgesorgt ist. Bei Anwendung von 600 bis 700 l der 15 percentigen Zuckerlösung und 100 kg Malzkeimen erhält man 25 bis 35 kg reine und kräftige Hefe. Nach den oben angeführten Zahlen ergiebt sich, daß durch einen Gewichtstheil trockener Malzkeime einer Hefenährflüssigkeit ein eben so großes Quantum stickstoffhaltiger Nahrungsstoffe zugeführt werden kann, als durch 2½ Gewichtstheile trockenes Malz.

Um das eben geschilderte Verfahren auch zur Gewinnung von Kunsthefe anzuwenden, verwendet Marquardt an Stelle der Glucoselösung unmittelbar süße Maische oder neutralisirte Melasse; nachdem die Vermehrung der Hefe in

entsprechender Weise stattgefunden hat, wird die Flüssigkeit von dem ungelöst gebliebenen Antheil der Malzkeime getrennt und unmittelbar in die Gährbottiche gebracht.

Das neue Marquardt'sche Verfahren (Zusatzpatent 9534) gründet sich auf die Thatsache, daß in einer sauren Flüssigkeit eine viel reinere Hefe erzielt wird, als in einer alkalischen oder eben neutralen. In letzteren entwickeln sich Milchsäureferment und Spaltspilze mit der größten Leichtigkeit; hat man daher eine Stellhefe, welche mit diesen Organismen verunreinigt ist, so kann es geschehen, daß sich dieselben so stark entwickeln, daß die Vermehrung der Hefe hierdurch stark beeinträchtigt, jedenfalls aber sehr unreine Hefe erzielt wird. Fügt man jedoch der Nährflüssigkeit so viel einer Säure zu, daß die Flüssigkeit eine deutlich saure Reaction zeigt, so ist hierdurch die Ausbildung der fremden Fermente gehindert, indeß die Hefe, welche am besten in schwach sauren Flüssigkeiten gedeiht, zur kräftigen Entwickelung gelangt.

Marquardt setzt daher der zur Extraction der Malzkeime dienenden Glucoselösung oder der neutralisirten Melasse 0,6 Percent Salzsäure oder 0,3 bis 1,0 Percent Phosphorsäure zu und verfährt dann weiter ganz in derselben Weise, wie nach dem älteren Verfahren.

Eine weitere Verbesserung des Verfahrens liegt in der Darstellung einer Lösung der in den Malzkeimen enthaltenen Peptone, eventuell sogar der Peptone in fester Form. Zu diesem Behufe behandelt man die Malzkeime blos mit dem vierfachen Quantum Wasser, welchem man Salz- oder Phosphorsäure in dem eben angeführten Verhältnisse zugefügt hat. Die nach 24stündiger Maceration gewonnene Lösung wird von den ungelöst gebliebenen Rückständen getrennt, diese noch mit Wasser vollständig erschöpft und eine Flüssigkeit gewonnen, welche ein specifisches Gewicht von 1,04 bis 1,06 besitzt. Anstatt die verdünnte Lösung, welche sich durch Auswaschen der schon extrahirten Malzkeime ergiebt, mit der concentrirten zu vereinigen, welche man durch Ausschleudern oder Auspressen des Breies gewinnt, kann man dieselbe auch zur Extraction einer neuen Menge von Malzkeimen verwenden.

Die Lösung, welche man durch Extraction der Malzkeime gewinnt, enthält neben den Peptonen noch schleimige Körper, welche durch Alkohol fällbar sind; um sie von diesen zu befreien, dampft man sie bei möglichst niederer Temperatur im Wasserbade ein, versetzt sie mit Alkohol, filtrirt sie von den ausgeschiedenen Körpern ab und concentrirt nun die reine Lösung bis zur Syrupconsistenz oder dampft sie durch fortgesetztes gelindes Erwärmen soweit ein, daß die gelösten Stoffe in fester Form hinterbleiben.

Um mit Hilfe dieses eingedickten Extractes sogleich eine zur Aufzucht von Preßhefe dienende Flüssigkeit herzustellen, braucht man blos eine entsprechende Menge desselben in Glucoselösung, neutralisirter Melasse oder süßer Maische aufzulösen und kann die Flüssigkeit, nachdem sich die in ihr ausgesäete Hefe genügend vermehrt hat, entweder zur Fabrikation von Preßhefe oder als Kunsthefe zum Stellen von Spiritusmaischen verwenden.

Das Rainer'sche Verfahren der Preßhefe.

Das Verfahren des Dr. Jaques Rainer in Wien zur Fabrikation von Preßhefe ist ein solches, bei welchem namentlich den physiologischen Verhältnissen der Ernährung der Hefepflanze genügende Aufmerksamkeit zugewendet ist, und bei welchem es auch nach Angabe des Erfinders möglich ist, die Production von Hefe ununterbrochen, durch eine gewisse Zeit wenigstens, fortsetzen zu können. Obwohl Rainer in seiner Patentschrift (D. R.-P. 10135) auch Cerealien und Hülsenfrüchte als Materialien zur Hefegewinnung aufzählt, legt er in der Beschreibung seines Verfahrens mit Recht das Schwergewicht auf die Verwendung von Abfällen, Kleien, Malzkeimen u. s. w.

Das wichtigste Moment an dem Rainer'schen Verfahren ist jedoch unstreitig jenes, daß es nach demselben möglich ist, Hefe einfach zu vermehren, ohne daß Alkoholgährung oder Bildung von Nebenproducten stattfindet: letzteres möchten wir übrigens nicht als unbedingt richtig hinstellen, indem die Hefe als lebender Organismus auch gewisse Mengen von Stoffen ausscheiden muß. Rainer beschreibt sein Verfahren der Hefegewinnung folgendermaßen:

Die vegetabilischen Eiweißstoffe aus Cerealien, Mais, Leguminosen oder aus gewerblichen Abfällen, wie: Kleien, Malzkeimen, Trebern, Kleber u. s. w. werden mit dem 15—20fachen Quantum schwach alkalischen Wassers extrahirt und mit im Ueberschusse zugesetzter Milchsäure (circa 4 Percent) oder mineralischen Säuren (Phosphorsäure circa ¼ Percent, Schwefel- oder Salzsäure circa $^{4}/_{10}$ Percent) bei einer Temperatur von 30—32° R. peptonisirt oder auch sofort mit den genannten Säuren in schwachen Lösungen macerirt und gleichzeitig in Peptone umgesetzt. (Hierbei ist zu bemerken, daß von den in trockenen Malzkeimen enthaltenen Eiweißstoffen ein Theil, 5—10 Percent des Gesammtgewichtes, schon durch den vorhergegangenen Vegetationsproceß peptonisirt ist.)

Die Peptonisirung der Eiweißkörper erfolgt bei Cerealien, Mais oder Leguminosen, wie auch bei Kleien oder Kleber unter einen Zusatz von Diastase, wofür die Beigabe von einem Gewichtstheile Trockenmalz oder 5 Gewichtstheilen Malzkeimen auf je einen Gewichtstheil vom Trockengewicht der Eiweißstoffe vollkommen ausreicht; erwähnter Maßen muß die Flüssigkeit, in welcher die Eiweißstoffe zu Peptonen umgebildet werden sollen, Milchsäure (bis 4 Percent), Phosphorsäure (bis ¼ Percent), Schwefel- oder Chlorwasserstoffsäure (circa $^{2}/_{5}$ Percent) enthalten, da die Gegenwart dieser Säuren für den Proceß der Peptonisirung unbedingt erforderlich ist.

Die zur Peptonisirung geeignetste Temperatur ist circa 30° R. (37·5° C.) und genügt dann für deren Durchführung ein Zeitmaß von 18—20 Stunden, doch kann die Pentonisirung auch bei niedrigeren Temperaturen und diesen entsprechend innerhalb einer längeren Frist nahezu vollkommen bewerkstelligt werden.

Bei der Verarbeitung von Malzkeimen allein ist ein Zusatz von Malz überflüssig, da die in denselben enthaltene Diastase für den Proceß der Peptonisirung

mehr als ausreicht und ist daher nur die Anwendung einer der genannten Säuren in dem angegebenen Verhältnisse hierbei nöthig.

Das Vermengen der Malzkeime mit Wasser kann mit der Hand oder mittelst mechanisch bewegten Rührwerkes bewerkstelligt werden. Beim Einmaischen von Malz oder Cerealien, beziehungsweise bei Bereitung der nöthigen Maltose, Dextrose u. s. w. benutzt Rainer die hierfür üblichen Werksvorrichtungen unter Anwendung der allgemein gebräuchlichen Temperaturen und Concentrationsverhältnisse.

Es sei noch bemerkt, daß durch die Diastase in Verbindung mit Säuren auch die in den Malzkeimen sowohl als in anderen Materialien enthaltenen schleimigen Pectate verflüssigt werden und können diese, wo es sich um die Herstellung von reinen Peptonen handelt, durch einen endosmotischen Apparat oder Dialysator in der Weise ausgeschieden werden, daß die Peptone durch entsprechende Membranen in Wasser dialysiren, die gallertartigen Pectate dagegen als Rückstand hinterbleiben. Die Neutralisirung der Säuren erfolgt mittelst Natron oder durch Sättigung der Flüssigkeit mit basisch phosphorsaurem Kalk, wie zunächst beschrieben wird.

Die fertige Peptonflüssigkeit kann mit oder ohne Zuckergehalt, eventuell im Wasser- oder Dampfbad, und besser noch im Vacuum zu Syrup oder Extract-Consistenz oder auch zur Trockenheit eingedampft werden, um in dieser Form als versendbares Material zu dienen.

Die peptonhaltige Flüssigkeit wird von den ungelöst gebliebenen Stoffen (Kohlehydraten, Pflanzenfasern u. s. w.) durch bloßes Auslaugen (Maceration) oder durch Auspressen oder Ausschleudern getrennt und allenfalls noch durch Filtriren oder Sedimentirung sorgfältig gereinigt. Vor der Reinigung durch Filtriren oder Absetzen jedoch ist es räthlich, die vorhandene Säure mittelst Natron abzustumpfen oder die Flüssigkeit mit basisch phosphorsaurem Kalk zu sättigen und ist das letztere vorzuziehen, da hierdurch der Hefe die nöthige Phosphorsäure in reichem Maße geboten wird.

Diesem Phosphorsäuregehalte der Flüssigkeit entsprechend wird ungefähr die Hälfte vom Trockengewichte der Peptone an verkleisterter Stärke, welche in bekannter Weise durch Kochen unter Zusatz mineralischer Säuren in Dextrose umgesetzt wurde oder auch von Maltose oder endlich Zucker mit etwas Ansatzhefe (Bier- oder Preßhefe) zur Einleitung des Hefewachsthums zugesetzt, wobei die angeführten Kohlehydrate jedoch stets nur ½ bis 1 Percent vom Gewichte der Gesammtflüssigkeit betragen sollen und dann auch ausschließlich nur zur Bildung des Zellengewebes dienen.

Die Vegetation der Hefe wird am besten und sichersten bei den Temperaturen von 14 bis 17° R. (17,5 bis 21,25° C.) stattfinden, da bei höheren Wärmegraden und ebenso bei Zugabe einer größeren Menge von Kohlehydraten leicht Verluste dadurch entstehen können, daß die angewendeten Zuckerarten zum Theile

in Milchsäure- und Alkoholgährung übergehen, anstatt nur den Zellenstoff der Hefe zu liefern.

Die Cultur der Hefe erfolgt entweder, wie dies in Holland üblich ist, in flachen Gefäßen (Flüssigkeitsstand circa 14 cm hoch), damit genügend viel atmosphärische Luft hinzutreten könne, oder besser und sicherer in tieferen Bottichen aus Holz, Glas, cementirtem Mauerwerk oder sonst geeignetem Materiale, in welche atmosphärische Luft durch Schläuche oder Röhren mittelst mechanischer Kraft in Form von Gebläsen oder Compressionspumpen und in thunlichst feiner Vertheilung, durch Brausen oder dergleichen eingeführt wird.

Statt der atmosphärischen Luft wird vortheilhaft noch eine solche von erhöhtem Ozongehalte oder ozonisirter Sauerstoff angewendet. Der letztere wird durch successive Beigabe von Wasserstoff-Hyperoxyd zu der Nährlösung hergestellt, wogegen die Ozonisirung der atmosphärischen Luft mittelst Phosphor oder in der Weise hergestellt wird, daß man Luft durch ein geschlossenes Gefäß streichen läßt, in welchem übermangansaures Kali mit der nöthigen Mineralsäure enthalten ist und die mit Ozon bereicherte Luft aus diesem erst in die Nährlösung leitet.

Je nach der größeren oder minderen Dichtigkeit der angewendeten Nährflüssigkeiten und nach der höheren oder niedrigeren Temperatur derselben und beziehungsweise der ozonhaltigen Luft ist das Wachsthum der Hefe nach jeder größeren Beigabe von Dextrose, Maltose u. s. w. binnen 6—8 Stunden beendet. Der Peptongehalt der Masse darf 1 bis 2 Percent von deren Gewicht und auch darüber betragen, wogegen von Dextrose oder anderen Kohlehydraten mit jedem Male nur ½ bis 1 Percent zugesetzt werden soll, um das Entstehen von Milchsäure- oder Alkoholgährung und den für das Verfahren hierdurch bedingten Verlust mit Sicherheit zu verhüten.

Ist nach 6 bis 8 Stunden die beigegebene Dextrose oder andere Zuckerart zum Wachsthum der Hefe ganz oder doch zum größten Theile consumirt worden, so wird eine weitere Portion hiervon mit $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$ Percent zugesetzt und können ebenso die Peptone nach deren erfolgtem Verbrauche portionenweise oder langsam und continuirlich zufließend der Flüssigkeit wieder beigegeben werden, so daß dieselbe Nährlösung bei successivem Ersatze der verbrauchten Stoffe eventuell auch Wochen und Monate lang in Verwendung bleiben kann, insofern dieselbe nicht durch andere Stoffe oder Nebenfermente verunreinigt und dadurch zur weiteren Benutzung unbrauchbar gemacht wurde.

Ebenso wie die zur Hefecultur erforderlichen Materialien portionenweise beigegeben werden, wird auch die erzeugte Hefe successiv entnommen und bleibt nur die in der Flüssigkeit selbst noch suspendirte Hefe als Same für die demnächst zu bildenden Alkoholfermente zurück.

Die Gewinnung der Hefe erfolgt in der Weise, daß dieselbe von der Oberfläche der Flüssigkeit abgeschöpft oder nach deren Ablassen vom Boden der Gefäße

entnommen wird, wo dieselbe als ziemlich compacte Schicht abgelagert ist. In letzterem Falle empfiehlt sich bei größerem Betriebe die Aufstellung der Gefäße in staffelförmigen Batterien, um die Uebertragung der Nährlösung aus dem einen in das andere leicht bewerkstelligen zu können.

Um eine möglichst reine von Nebenfermenten freie Hefe darzustellen, kann man die Nährflüssigkeit auch noch dünner, beziehungsweise mit einem Peptongehalt von nur $^3/_4$ bis 1 Percent bereiten und die Kohlehydrate (Dextrose, Maltose u. s. w.) ebenfalls in geringeren Mengen (als erste Dosis circa $^1/_2$ Percent, dann von 3 zu 3 Stunden circa $^1/_{20}$ Percent) beisetzen, wo dann die vorhandenen Peptone bei ausreichender Zuführung von reiner, allenfalls durch Schwefelsäure geleiteten Luft oder ozonisirtem Sauerstoff und bei einer Temperatur von 16 bis 17° R. (20—21,5° C.) binnen 12 bis 15 Stunden zum größten Theile in Hefe umgesetzt würden. Die gesammte Flüssigkeit wird darnach mittelst Kühlapparat oder auch durch Beigabe von kaltem Wasser oder Eis abgekühlt, wenn thunlich bis auf 6 bis 8° R. (7,5 bis 10° C.), und setzt sich die gewonnene Hefe dann bei einer Flüssigkeitshöhe von 80 bis 90 cm binnen 12 bis 14 Stunden nahezu vollständig am Boden des Gefäßes ab, worauf die ausgenützte Nährlösung nach dem Canale weggeführt werden kann.

Das Reinigen und Pressen der nach dem neuen Verfahren erzeugten Hefe erfolgt in bekannter Weise, doch kann derselben, um deren Haltbarkeit zu erhöhen, noch vor dem Pressen Kalkphosphat mit 5 bis 10 Percent des Gesammtgewichtes der fertig zu stellenden Hefe zugesetzt werden.

Aus 100 kg reiner Peptone (Trockengewicht) werden nach den bisherigen Erfahrungen 250 bis 300 kg reiner und kräftiger Preßhefe gewonnen und werden zu dieser Züchtung nur circa 200 kg Dextrose oder Zucker erfordert.

Der Hauptwerth der neuen Verfahren zur Fabrikation von Preßhefe liegt nach unserer Ansicht zum großen Theile in dem Umstande, daß bei der praktischen Durchführung derselben Materialien zur Verwendung kommen, welche bis nun nur eine beschränkte Benutzung fanden, sich aber sehr gut auch in materieller Hinsicht zur Ernährung von Hefe verwerthen lassen. Die Kritik über die einzelnen Verfahren kann sich jeder, welcher mit dem Wesen der Hefe vertraut ist, eigentlich selbst bilden und können wir uns daher in dieser Beziehung kurz fassen.

Die leicht durchzuführende Hirsch'sche Methode hat den Vortheil für sich, daß man durch Anwendung derselben sehr leicht Spiritus- und Hefefabrikation mit einander verbinden kann, ohne daß eine der Manipulationen hierdurch eine Störung erleidet, und daß alle Bestandtheile des Rohgetreides möglichst vollständig ausgenützt werden können. Nachdem der Kleber, welcher aus einer gewissen Menge von Getreide durch den Zusatz von Salz in Lösung übergeführt werden kann, ausreichend ist, um einer großen Menge von Hefe Nahrung zu geben, so wird es möglich sein, Maischen, welche aus viel Kartoffelmaische und wenig Getreidemaische zusammengesetzt sind, ohne Zusatz von Kunsthefe, sondern

einfach durch Beimengung einer gewissen Menge von Preßhefe vollständig vergähren zu machen und noch eine bestimmte Menge von gebildeter Hefe dabei zu gewinnen.

Das Verfahren Marquardt's scheint uns besonders für die Herstellung von Kunsthefe von großer Bedeutung zu sein, und wäre es wünschenswerth, daß dasselbe zu diesem Zwecke wenigstens allgemein Eingang in der Praxis der Spiritusfabrikation fände, indem die Anwendung der in der Hefemaische selbst erzeugten Milchsäure mit so vielen Uebelständen verbunden ist, daß man trachten soll, dieselbe aus der Praxis zu verbannen, was, sobald sich das Marquardt'sche Verfahren einmal Bahn gebrochen haben wird, um so leichter geschehen kann, als die Darstellung der Kunsthefe nach demselben gewiß billiger zu stehen kommt, als nach dem alten Verfahren unter Anwendung von Darrmalz.

Vom theoretischen Standpunkt aus ist wohl das Rainer'sche Verfahren der Hefegewinnung, sofern es sich um die Gährungspflanze allein handelt, dasjenige, welches das bemerkenswertheste ist und gipfelt dasselbe in der Durchführung des Principes, die Hefe zu vermehren, ohne sie aber weiter zur vergährenden Thätigkeit gelangen zu lassen. Daß dies möglich sei, wurde schon von Brefeld nachgewiesen und handelt es sich wohl hauptsächlich nur darum, dem Rainer'schen Verfahren jene Form zu geben, in welcher es mit voller Sicherheit in der Praxis verwendbar ist.

Ein Haupthinderniß der praktischen Anwendung dieses Verfahrens liegt wohl in der sehr geringen Concentration der Nährflüssigkeiten, welche Rainer für nothwendig hält; wenn es sich darum handeln würde, nur einigermaßen größere Quantitäten von Hefe zu produciren, so müßte man Gefäße von außergewöhnlichen Dimensionen in Verwendung nehmen. Diesem Umstande, obzwar keineswegs eine Lichtseite des ganzen Verfahrens, ließe sich jedoch durch zweckentsprechende Einrichtung der Hefefabrik abhelfen; es ist aber leicht einzusehen, daß in dem Maße, in welchem das Quantum der Flüssigkeiten und dem entsprechend auch die Größe der Gefäße zunimmt, die Schwierigkeiten wachsen, welche dadurch entstehen, daß sich in der Flüssigkeit fremde Fermente ansiedeln, welche durch Luft und Wasser zugeführt werden können.

Wie sich aus dem Wortlaute der vorstehend angeführten Patentschrift entnehmen läßt, war Rainer bei Abfassung derselben hauptsächlich bestrebt, seinen Patentanspruch in solcher Form zu stellen, daß derselbe so weit als möglich gefaßt sei und hat wohl aus diesem Grunde vermieden, eine correcte Schilderung der Durchführung des Verfahrens und der hierbei in Anwendung zu bringenden Apparate zu geben.

So lange aber letztere nicht vorliegen und so lange nicht eine Fabrik durch längere Zeit in befriedigender Weise nach dem Rainer'schen Verfahren arbeitet, muß man nothwendiger Weise demselben noch eine gewisse Zurückhaltung entgegen bringen und sich darauf beschränken, dasselbe vom rein theoretischen Standpunkte aus als ein nicht unzweckmäßiges zu erklären.

Wenn einmal die Gewinnung von Hefe aus Malzkeimen, Kleien u. s. w. allgemein durchgeführt sein wird, muß sich auch die gewerbliche Stellung der Hefefabrikation ändern; während sie bis jetzt hauptsächlich als Nebenzweig der Spiritusfabrikation betrieben ist, wird sie in der Zukunft entweder ganz selbstständig oder auch in Malzfabriken und mit Malzfabriken verbundenen Bierbrauereien betrieben werden können, indem die Malzkeime ein ganz vorzügliches Nahrungsmittel für die Hefepflanze abgeben.

VII. Die Gewinnung von Preßhefe aus Bierhefe.

In den Bierbrauereien ergiebt sich bekanntlich bei der Hauptgährung der Würzen eine sehr bedeutende Menge von Hefe, welche nur zum Theile unmittelbare Verwendung findet, indem man sich derselben zum Stellen neuer Würzegährungen bedient. Es war daher für die Brauer sehr wünschenswerth ein Verfahren kennen zu lernen, durch welches die Möglichkeit geboten ist, diese großen Hefemengen leicht zu verwerthen, und war es naheliegend, dieses Verfahren darin zu suchen, die Bierhefe in Form von Preßhefe in den Handel zu setzen.

Die Ueberführung der breiigen Hefe, welche sich bei der Gährung von Bierwürzen ergiebt, in Preßhefe ist nun an und für sich mit gar keinen Schwierigkeiten verbunden und läßt sich genau auf dieselbe Weise vornehmen, wie dies schon früher beschrieben wurde; das Haupthinderniß liegt aber in der inneren Beschaffenheit der Bierhefe selbst.

In Bezug auf die pflanzliche Beschaffenheit ist zwar Bierhefe, welche in Würzen entstand, deren Gährung in normaler Weise verlief, gewöhnlich gute vollkräftige Hefe, welcher außer etwas Milchsäureferment keine anderen Organismen beigemengt sind. Da bekanntlich die überwiegend größte Menge der deutschen Biere nach dem Verfahren der Untergährung dargestellt wird, so ist die sich hierbei ergebende Hefe Unterhefe, welche sich von der Oberhefe dadurch unterscheidet, daß sie langsamer vergährend wirkt als diese. Es soll übrigens beiden Hefevarietäten die Eigenschaft zukommen, unter geeigneten Verhältnissen in einander überzugehen, so daß Unterhefe, in warmen Flüssigkeiten cultivirt, allmälig in Oberhefe übergehen kann, während diese in kalten Nährlösungen zur Unterhefe wird. Dieser Unterschied wäre also in Bezug auf die Verwendbarkeit der Hefe aus untergährigen Würzen zur Fabrikation von Preßhefe nicht hinderlich.

Das Haupthinderniß liegt darin, daß der Hefe, die aus Bierwürzen fällt, eine bedeutende Menge von den bitterschmeckenden Extractivstoffen des Hopfens sowie färbender Körper beigemengt ist und die Entfernung dieser Stoffe nur sehr

schwierig durchgeführt werden kann, ohne die Hefe gleichzeitig sehr bedeutend in Bezug auf ihre vergährend wirkenden Eigenschaften zu schädigen. Allen Methoden, welche man bis nun vorgeschlagen hat, um Bierhefe vollständig zu entbittern und von so weißer Farbe zu erhalten, wie die Hefe aus Spiritusmaischen, haftet der Uebelstand an, daß das so gewonnene Product eine bedeutende Verminderung in seiner vergährend wirkenden Kraft erlitten hat.

Wir müssen daher in Bezug auf diese Thatsache den Ausspruch thun, daß die Frage über die Gewinnung kräftiger Preßhefe aus Bierhefe noch nicht in genügender Weise gelöst sei und die Lösung derselben noch von künftigen Forschungen zu erwarten steht.

Das Verfahren, aus Bierhefe eine nur wenig bittere und weiße Hefe zu gewinnen, gründet sich auf die Eigenschaft des kohlensauren Ammoniaks die bitter schmeckenden Stoffe in Lösung zu bringen; wenn man daher eine Lösung dieses Salzes mit Hefe zusammen rührt, so werden die bitteren Stoffe aufgelöst und können durch Auswässern von der Hefe getrennt werden. Die Mengen von kohlensaurem Ammoniak, deren man zu diesem Behufe nöthig hat, hängen von der Beschaffenheit der rohen Hefe ab.

Hefe, welche aus stark gehopften Würzen gefallen ist, wird viel mehr von den bitter schmeckenden und färbenden Stoffen enthalten, als solche, die man aus schwach gehopften Bieren gewonnen hat; bei ersteren wird man entsprechend größere Mengen von kohlensaurem Ammoniak anwenden müssen, um die genannten Stoffe aufzulösen, als bei letzteren. Die Quantitäten von kohlensaurem Ammoniak, deren man zur Entbitterung bedarf, sind daher bei Hefe aus stark gehopften Würzen verhältnißmäßig sehr große und betragen bis zu 6 Percent vom Gewichte der Hefe selbst.

Man löst die zu verwendende Menge von kohlensaurem Ammoniak (dieselbe soll nie größer genommen werden, als eben nothwendig, und ist durch Versuche im Kleinen zu bestimmen) in kaltem Wasser auf, übergießt die in einer Kufe befindliche Hefe mit der Lösung und läßt sie unter sehr oftmaligem Umrühren durch 10 bis 12 Stunden mit derselben in Berührung. Die Flüssigkeit, welche nach dem Absetzen der Hefe über derselben steht und durch die aufgelösten Stoffe tiefbraun gefärbt ist, wird abgezapft, die Hefe selbst einige Male möglichst schnell mit kaltem Wasser gewaschen und dann in gewöhnlicher Weise abgepreßt.

Nachdem durch die Behandlung mit kohlensaurem Ammoniak die Hefe alkalisch oder doch mindestens neutral gemacht wird, die Hefe sich aber am besten in einer schwach saueren Flüssigkeit befindet und überdies in der alkalischen oder neutralen Masse der Entwickelung von Fäulnißfermenten der größte Vorschub geleistet würde, ist es zu empfehlen, die von dem letzten Waschwasser getrennte, aber noch breiige Hefe mit soviel einer Lösung von Phosphorsäure oder Weinsäure zu versetzen, daß sie eine schwach sauere Reaction erhält, und dann das Abpressen vorzunehmen.

Daß die Hefe durch die lang andauernde Berührung mit einer Flüssigkeit von so stark alkalischen Eigenschaften, wie sie eine Lösung von kohlensaurem

Ammoniak besitzt, sehr bedeutend geschädigt werden muß, ist leicht einzusehen und muß deshalb jeder Fabrikant bemüht sein, einerseits die geringste erforderliche Menge dieses Salzes anzuwenden, und andererseits auch die Dauer der Einwirkung desselben auf die kürzeste Zeit zu beschränken, was immer die Vornahme besonderer Versuche erfordert. Man kann übrigens die Behandlung der Hefe mit der Lösung des kohlensauren Ammoniaks in rationellerer Weise vornehmen, als eben angegeben wurde und verfährt hierbei auf folgende Art:

Man löst die Quantität von kohlensaurem Ammoniak, welche zur Entbitterung der Hefe nothwendig ist und früher durch einen Versuch im Kleinen festgestellt wurde, in wenig Wasser auf und stellt diese Lösung dar, während die Hefe für die Behandlung mit derselben vorbereitet wird. — Wir halten es nämlich für sehr werthvoll, die Bierhefe, welche in Preßhefe umgewandelt werden soll, einer besonderen Behandlung zu unterwerfen, die sie für diesen Zweck geeigneter macht.

Die Bierhefe ist nämlich eine Hefe, welche sich dadurch von der Spiritushefe unterscheidet, daß jede Zelle derselben ihre volle Gährungsarbeit gethan hat — das heißt, so lange vergährend gewirkt hat, als sie hierfür die Kraft besaß. Nachdem man aus Rücksichten für die Haltbarkeit des zu erzielenden Bieres die Temperatur während der Gährung nieder zu halten sucht, so kann die Hefe sich nicht so schnell vermehren, wie bei höherer Temperatur, und muß jede Zelle derselben ein verhältnißmäßig großes Quantum Maltose vergähren.

Wie ungemein günstig die geringe Temperaturerhöhung, welche bei der Hauptgährung der Biere stattfindet, wenn dieselbe im höchsten Stadium angelangt ist, auf die Ernährung der Hefepflanze selbst wirkt, können wir aus der mikroskopischen Untersuchung der Hefe sehen, welche sich in einer Gährkufe vorfindet, nachdem das eben vergohrene Bier abgezogen wurde. Die zuerst und zuletzt abgeschiedene Hefe — somit am Beginn und am Ende der Hauptgährung — zeichnet sich durch Zellen von viel geringerer Größe und auch geringerem specifischen Gewichte aus, als jene, welche sich ausscheidet, wenn die Gährung den Höhepunkt erreicht hat. Die Brauer kennen diesen Unterschied in der Beschaffenheit der Hefe in den verschiedenen Gährungsstadien sehr wohl und wählen zum Anstellen neuer Gährungen immer die mittleren Partien der Hefe, indem sie wissen, daß diese die kräftigste Gährwirkung zu äußern vermag.

Wenn man daher Hefe, welche bei der Hauptgährung von Würzen gefallen ist, zur Fabrikation von Preßhefe anwenden will, muß man wegen der unvermeidlichen Schwächung der Gährkraft, welche sie in Folge der Behandlung mit dem kohlensauren Ammoniak erleidet, vor allem bestrebt sein, möglichst kräftige Hefe zu erhalten und wird dies dadurch erreicht, daß man aus der in der Gährkufe abgelagerten Hefe die mittlere Partie zur Preßhefegewinnung auswählt.

Selbst mit dieser Hefe läßt sich noch eine zweckmäßige Sichtung vornehmen. Vermischt man nämlich die Hefe innig mit Wasser und überläßt man dann die Flüssigkeit der Ruhe, so setzen sich aus derselben die großen und specifisch

schwereren Zellen sehr rasch ab, indeß die kleinen sehr lange schweben bleiben und die Flüssigkeit getrübt erhalten. Nimmt man daher mit der aus den Gährkufen entnommenen mittleren Hefepartie eine Waschung in der Weise vor, daß man die Hefe mit Wasser anrührt, die Flüssigkeit so lange in Ruhe läßt, bis sie nur mehr die Consistenz einer dünnen Milch zeigt und dieselbe dann von dem Bodensatze abzieht, so hat man in letzterem die größten und specifisch schwersten Hefezellen vereinigt, welche überhaupt in der Gesammtmasse der Hefe enthalten waren.

Man mischt nun die Hefe mit so viel Wasser, daß eine Flüssigkeit entsteht, welche sich mit Hülfe eines mechanischen Rührwerkes ziemlich leicht bearbeiten läßt und fügt ihr den dritten Theil der früher bereiteten Lösung von kohlensaurem Ammoniak zu; die ganze Masse wird mittelst des Rührwerkes in ununterbrochener Bewegung erhalten und entsteht binnen Kurzem eine sehr dunkelgefärbte Lösung der Bitterstoffe.

Nachdem man das Rührwerk durch einige Zeit ruhen ließ und sich der größte Theil der Hefezellen zu Boden gesenkt hat, läßt man die Flüssigkeit ablaufen und ersetzt sie sogleich durch das zweite Drittel der Lösung von kohlensaurem Ammoniak, mit welchem man sie in derselben Weise behandelt, wie mit dem ersten; sobald sich eine entsprechende Menge von Bitterstoffen gelöst hat (die Lösung wird in derselben Zeit nicht so dunkel werden, wie das erste Mal), läßt man das Rührwerk wieder ruhen, zapft nach einiger Zeit die Lösung ab und behandelt die Hefe mit dem letzten Antheil der Lösung von kohlensaurem Ammoniak.

Durch diese Behandlung mit immer neuen Mengen von kohlensaurem Ammoniak findet eine viel schnellere und auch vollständigere Auflösung der Bitterstoffe statt, welche der Hefe beigemengt sind, als wenn man die ganze Menge dieser Flüssigkeit auf einmal in Anwendung bringt, indem bekanntlich das Gelöstwerden eines Körpers um so schneller erfolgt, je weniger das Lösungsmittel von demselben gelöst enthält. Durch die partienweise Anwendung der Lösung des kohlensauren Ammoniaks wird sonach die Berührung dieses Körpers mit der Hefe auf das geringstmögliche Zeitmaß zurückgeführt.

Nachdem die letztaufgegossene Lösung von kohlensaurem Ammoniak von der Hefe abgezogen ist, hält diese noch namhafte Mengen derselben zurück und würden sich in der Hefe in Folge der alkalischen Reaction sehr bald Fäulnißfermente in großer Zahl entwickeln und das rasche Verderben der Hefe herbeiführen. Es muß daher die alkalische Reaction der Hefe durch Zusatz einer Säure aufgehoben und in eine schwachsaure verwandelt werden.

Es könnte dies durch Zusatz irgend einer Säure geschehen, nachdem aber Phosphorsäure selbst ein sehr wichtiger Nährstoff für die Hefepflanze ist, verwendet man am zweckmäßigsten diese Säure in Form einer wässerigen Lösung, welche man in einem dünnen Strahl zu der breiigen Hefe fließen läßt, während man sie in heftiger Bewegung erhält.

Die Neutralisirung des kohlensauren Ammoniaks findet unter Entbindung von Kohlensäure statt, welche die Masse schäumen macht und fährt man mit dem

Zusatz der Phosphorsäurelösung so lange fort, bis die Masse deutlich sauer reagirt und ein eingetauchtes blaues Lakmuspapier sogleich roth gefärbt wird.

Die auf vorstehend beschriebene Art behandelte Hefe erscheint fast eben so weiß, wie gute Spiritushefe und zeigt beim Verkosten nur einen sehr schwachen bitteren Geschmack; man fügt ihr nunmehr das Stärkemehl zu, welches man möglichst gleichförmig durch die ganze Hefemasse vertheilt, und preßt letztere stark ab. Die so gewonnene Preßhefe kann wie die aus Spiritusmaischen dargestellt verwendet werden und unterscheidet sich von dieser nur durch eine etwas geringere vergährende Wirkung. Um daher mit solcher Hefe den gleichen Gähreffect zu erreichen, wie mit Preßhefe aus Spiritusmaischen, wird man die für einen gewissen Zweck anzuwendende Menge derselben etwas vergrößern müssen.

Phosphorsaures Ammoniak kann zwar der Hefe als Nährmittel dienen, steht aber in dieser Beziehung entschieden hinter dem phosphorsauren Kali zurück. Kohlensaures Kali vermag aber eben so wie kohlensaures Ammoniak die der Bierhefe beigemengten Bitterstoffe zu lösen. Man wird daher ein besseres Ergebniß erhalten, wenn man an Stelle der Lösung dieses Salzes eine solche von kohlensaurem Kali anwendet.

Um eine Lösung von kohlensaurem Kali von genügender Reinheit aus käuflicher Potasche zu erhalten, benutzt man die Eigenschaft des kohlensauren Kali's, sich sehr leicht in kaltem Wasser aufzulösen. Das erforderliche Quantum Potasche wird in ein Gefäß gebracht (man wendet am zweckmäßigsten ein aus Steinzeug oder Porzellan bestehendes Gefäß an), mit einer sehr geringen Menge von Wasser, welches durch Einwerfen von Eis auf 3—4° C. abgekühlt wurde, übergossen, tüchtig umgerührt und eine halbe Stunde in Ruhe gelassen, worauf man die Lösung vorsichtig von dem Bodensatze abgießt. Letzterer wird wieder mit sehr wenig Wasser übergossen und setzt man diese Behandlung so lange fort, bis der Salzrückstand nur etwa den fünften Theil der ursprünglich angewendeten Menge von Potasche beträgt; derselbe besteht aus schwieriger löslichen Bestandtheilen der Potasche und wird beseitigt, indeß man die Lösung, welche neben kohlensaurem Kali nur sehr kleine Mengen anderer Salze enthält, durch Stehenlassen klar werden läßt und dann in derselben Weise anwendet, wie die Lösung von kohlensaurem Ammoniak.

Wenn man, nachdem der letzte Antheil der Lösung angewendet wurde, die Hefe mit Phosphorsäure behandelt, so entsteht in der Masse phosphorsaures Kali; bringt man eine solche Hefe dann eine Flüssigkeit, welche zu ihrer Ernährung geeignet ist, so wird die geringe Menge von phosphorsaurem Kali, welche in ihr enthalten ist, von der Flüssigkeit aufgenommen und wird von der neu entstehenden Hefe als Nahrungsmittel von zweckmäßiger Zusammensetzung leicht assimilirt.

Bierbrauereien, welche in der Nähe stärker bevölkerter Orte gelegen sind und daher Aussicht haben, ihre Preßhefe rasch abzusetzen, können auf diese Weise ihren Ueberschuß an Hefe wohl am zweckmäßigsten zur Verwerthung bringen, indem ihnen das Rohmaterial, für dessen Gewinnung andere Fabrikanten bedeutende Auslagen machen müssen, insofern kostenlos zur Verfügung steht, als sich der Ueberschuß an Hefe, welcher nach der Entnahme an Stellhefe hinterbleibt, nur

sehr schwierig einer nutzbringenden Verwerthung zuführen läßt, und mit demselben alljährlich in einer Brauerei eine sehr bedeutende Menge werthvoller Eiweißstoffe vollständig verloren geht.

Die Prüfung der Preßhefe.

Die Prüfung der Preßhefe kann in einfacher Weise vorgenommen werden, und zwar 1. nach äußeren Merkmalen, 2. mit Bezug auf den Stärke- und Wassergehalt, 3. in Bezug auf ihre vergährend wirkende Kraft und 4. in Bezug auf ihrer Reinheit. Wenn man die Preßhefe blos nach äußeren Merkmalen prüft, so haben diese in Wirklichkeit nur einen ganz untergeordneten Werth; eine Preßhefe kann sehr schön aussehen, gut riechen und schmecken und doch sehr schlecht sein, indem sie durch andere Fermente stark verunreinigt ist, was durch die unbewaffneten Sinneswerkzeuge offenbar nicht erkannt werden kann.

Im geschäftlichen Leben legt man großes Gewicht darauf, daß die Preßhefe sehr hellfarbig, fast rein weiß sei und nur eine ganz schwach in's bräunliche neigende Färbung besitze und zwar nicht ohne guten Grund, indem hellfarbige Hefe gewöhnlich nur bei gut verlaufenden Gährungen gebildet wird und dunkle Färbung meist auch schon auf ein höheres Alter der Hefe schließen laßt. Der eigenthümlich erfrischende Geruch, welchen gute Hefe zeigt, kann als eine recht brauchbare Anzeige der Güte der Waare angesehen werden — Hefe, welche säuerlich oder gar käseartig riecht, enthält stets bedeutende Mengen fremder Fermente und ist meist von schwacher Gährkraft.

Der Zusatz von Stärkemehl zur Hefe, obwohl wegen der Erleichterung der Fabrikation zulässig, soll doch nicht über ein gewisses Maß gesteigert werden, indem hierdurch selbstverständlich die Menge der Hefezellen in der „Preßhefe" entsprechend vermindert wird; aus gleicher Ursache soll auch der Wassergehalt nicht über ein gewisses Maß hinaus gehen. Es ist zwar für den Chemiker eine leichte Aufgabe, die Menge des Stärkemehles in einer Preßhefe zu ermitteln, es giebt aber bis nun kein Verfahren, nach welchem dies schnell und auf sehr einfache Art geschehen könnte.

Das Vorhandensein von Stärke läßt sich leicht durch Untersuchung der Hefe mittels des Mikroskopes nachweisen; will man in einer Probe der Hefe die Stärkekörner durch Jod deutlich hervortreten machen, so muß man vorher die Hefeprobe mit Wasser erhitzen, um die Hefe zu tödten und tritt dann in der erkalteten Flüssigkeit nach Zusatz von Jodtinctur die Blaufärbung der Stärkezellen ein, lebende Hefe verhindert das Eintreten der Färbung. Das Mikroskop zeigt nur an, ob Stärke vorhanden ist oder nicht, giebt aber keinen Aufschluß über die Menge derselben; letztere kann entweder auf mechanischem oder chemischem Wege ermittelt werden.

Man kann den Stärkegehalt der Preßhefe durch Abschlämmen annähernd genau ermitteln, indem sich die Stärke viel schneller aus Wasser absetzt als die Hefe, allein man muß 10—12 mal und öfter abschlämmen, um endlich Hefe und

Stärke getrennt zu erhalten. Vergleichende Versuche in dieser Richtung zeigten mir, daß der Stärkegehalt der Hefe nach diesem Verfahren bei sorgfältigster Arbeit bis auf einige Percente genau bestimmt werden kann.

Das Verfahren, nach welchem die Hefe gewogen wird, indem man die Preßhefe mit Wasser anrührt und die Flüssigkeit unter Zusatz von etwas Salzsäure erhitzt, bis alles Stärkemehl in Dextrin und Zucker übergegangen ist, hat mir immer nur sehr unsichere Resultate ergeben, zu deren Erlangung noch außerdem eine Wasserbestimmung der ursprünglichen Preßhefe nothwendig war. Durch das Kochen mit der sauren Flüssigkeit wird selbstverständlich der Inhalt der Hefezellen stark extrahirt und erhält man hierdurch stets die für Menge der Hefe eine zu geringe, für jene des Stärkemehles eine zu große Zahl. Ueberdies ist das Abfiltriren und Auswaschen der Hefe eine ungemein zeitraubende Arbeit.

Das beste Ergebniß erhielt ich immer, wenn ich auf die Weise arbeitete, daß ich die mit Wasser angerührte Hefe mit Wasser und Schwefelsäure bis zur vollkommenen Umsetzung des Stärkemehles in Zucker in einer Druckflasche behandelte, die so entstehende Flüssigkeit nach dem Neutralisiren in einen gewogenen Gährapparat brachte, den Zucker durch Zusatz von Hefe in Gährung versetzte und aus dem Gewichtsverluste des Apparates einen Rückschluß auf die Menge des in der Preßhefe vorhanden gewesenen Stärkemehles machte. Die Prüfung der Preßhefe auf ihre vergährend wirkende Kraft kann genau auf dieselbe Weise ausgeführt werden, wie dies schon an früherer Stelle (Seite 159 und ff.) bezüglich der Hefe selbst dargelegt wurde.

Was endlich die Untersuchung der Hefe in Bezug auf ihr Freisein von fremden Fermenten, sowie auf das Befinden der Hefepflanze selbst anlangt, ist es leicht einzusehen, daß dies genau in derselben Weise geschehen muß, wie wir dies schon bei der mikroskopischen Untersuchung der Brennereihefe dargelegt haben und sollte überhaupt kein Preßhefefabrikant es unterlassen, bei jedesmaliger Gährung den eben abgenommenen Hefeschaum einer sorgfältigen mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen; für den in derartigen Untersuchungen Geübten giebt es kein einfacheres und zweckmäßigeres Verfahren der jeweiligen Prüfung des Zustandes der Hefe als die Untersuchung desselben mittelst des Mikroskopes.

Tabelle I.

Zur Ermittelung des Stärkegehaltes und des Gehaltes an Trockensubstanz der Kartoffel unter Anwendung der Krocker'schen Salzprobe.

Nach Behrend, Maercker und Morgen.

Zu Seite 49.

Saccharometer-Grade.	Specifisches Gewicht.	Stärkegehalt in Percenten.	Gehalt an Trockensubstanz in Percenten.
17,0	1,070	11,5	17,1
17,5	1,072	11,9	17,7
18,0	1,074	12,5	18,3
18,5	1,077	13,1	18,9
19,0	1,079	13,7	19,5
19,5	1,081	14,1	19,9
20,0	1,083	14,5	20,3
20,5	1,085	14,9	20,7
21,0	1,088	15,6	21,4
21,5	1,090	16,0	21,8
22,0	1,092	16,4	22,2
22,5	1,094	16,9	22,7
23,0	1,097	17,5	23,3
23,5	1,099	17,9	23,7
24,0	1,101	18,4	24,2
24,5	1,103	18,8	24,6
25,0	1,106	19,4	25,2
25,5	1,108	19,9	25,7
26,0	1,110	20,3	26,1
26,5	1,113	20,9	26,7
27,0	1,115	21,4	27,2
27,5	1,118	22,0	27,8
28,0	1,120	22,5	28,3
28,5	1,122	22,9	28,7
29,0	1,125	23,5	29,3
29,5	1,127	24,0	29,8
30,0	1,129	24,4	30,2
31,0	1,134	25,5	31,3
32,0	1,139	26,5	32,3
33,0	1,144	27,6	33,4
34,0	1,149	28,7	34,5
—	1,150	28,9	34,7

Tabelle II.

Zur Bestimmung des Gehaltes der Kartoffel an Stärkemehl und Trockensubstanz nach dem specifischen Gewichte.

(Für 2,5 kg Kartoffel und die Waagen von Hurtzig und Reimann.)

Zu Seite 52 u. ff.

Gewicht der 2,5 kg Kartoffel im Wasser in Grammen.	Specifisches Gewicht.	Gehalt an Trockensubstanz in Percenten.	Gehalt an Stärkemehl in Percenten.	Gewicht der 2,5 kg Kartoffel im Wasser in Grammen.	Specifisches Gewicht.	Gehalt an Trockensubstanz in Percenten.	Gehalt an Stärkemehl in Percenten.
187,5	1,080	19,7	13,9	267,5	1,120	28,3	22,5
190	1,081	19,9	14,1	270	1,121	28,5	22,7
192,5	1,083	20,3	14,5	272,5	1,123	28,9	23,1
195	1,084	20,5	14,7	275	1,124	29,1	23,3
197,5	1,086	20,9	15,1	277,5	1,125	29,3	23,5
200	1,087	21,2	15,4	280	1,126	29,5	23,7
202,5	1,088	21,4	15,6	282,5	1,127	29,8	24,0
205	1,089	21,6	15,8	285	1,129	30,2	24,4
207,5	1,091	22,0	16,2	287,5	1,130	30,4	24,6
210	1,092	22,2	16,4	290	1,131	30,6	24,8
212,5	1,093	22,4	16,6	292,5	1,132	30,8	25,0
215	1,094	22,7	16,9	295	1,134	31,3	25,5
217,5	1,095	22,9	17,1	297,5	1,135	31,5	25,7
220	1,097	23,3	17,5	300	1,136	31,7	25,9
222,5	1,098	23,5	17,7	302,5	1,138	32,1	26,3
225	1,099	23,7	17,9	305	1,139	32,3	26,5
227,5	1,100	24,0	18,2	307,5	1,140	32,5	26,7
230	1,101	24,2	18,4	310	1,142	33,0	27,2
232,5	1,102	24,4	18,6	312,5	1,143	33,2	27,4
235	1,104	24,8	19,0	315	1,144	33,4	27,6
237,5	1,105	25,0	19,2	317,5	1,146	33,8	28,0
240	1,106	25,2	19,4	320	1,147	34,1	28,3
242,5	1,107	25,5	19,7	322,5	1,148	34,3	28,5
245	1,109	25,9	20,1	325	1,149	34,5	28,7
247,5	1,110	26,1	20,3	327,5	1,151	34,9	29,1
250	1,111	26,3	20,5	330	1,152	35,1	29,3
252,5	1,112	26,5	20,7	332,5	1,153	35,4	29,6
255	1,113	26,7	20,9	335	1,155	35,8	30,0
257,5	1,114	26,9	21,1	337,5	1,156	36,0	30,2
260	1,115	27,2	21,4	340	1,157	36,2	30,4
262,5	1,117	27,6	21,8	342,5	1,159	36,4	30,6
265	1,119	28,0	22,2	345	1,160	36,6	30,8

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Tabelle III.

Zur Bestimmung des Gehaltes der Kartoffel an Stärkemehl und Trockensubstanz nach dem specifischen Gewichte.

(Für 5 kg Kartoffel und die Biesdorfer Wage und die Wagen von Hurtzig, Reimann und Schwarzer.)

Zu Seite 52 u. ff.

Gewicht der 5 kg Kartoffel im Wasser in Grammen.	Specifisches Gewicht.	Gehalt an Trockensubstanz in Percenten.	Gehalt an Stärkemehl in Percenten.	Gewicht der 5 kg Kartoffel im Wasser in Grammen.	Specifisches Gewicht.	Gehalt an Trockensubstanz in Percenten.	Gehalt an Stärkemehl in Percenten.
375	1,080	19,7	13,9	535	1,120	28,3	22,5
380	1,081	19,9	14,1	540	1,121	28,5	22,7
385	1,083	20,3	14,5	545	1,123	28,9	23,1
390	1,084	20,5	14,7	550	1,124	29,1	23,3
395	1,086	20,9	15,1	555	1,125	29,3	23,5
400	1,087	21,2	15,4	560	1,126	29,5	23,7
405	1,089	21,4	15,6	565	1,127	29,8	24,0
410	1,091	21,6	15,8	570	1,129	30,2	24,4
415	1,092	22,0	16,2	575	1,130	30,4	24,6
420	1,093	22,2	16,4	580	1,131	30,6	24,8
425	1,094	22,4	16,6	585	1,132	30,8	25,0
430	1,095	22,7	16,9	590	1,134	31,3	25,5
435	1,097	22,9	17,1	595	1,135	31,5	25,7
440	1,098	23,3	17,5	600	1,136	31,7	25,9
445	1,099	23,5	17,7	605	1,138	32,1	26,3
450	1,100	23,7	17,9	610	1,139	32,3	26,5
455	1,101	24,0	18,2	615	1,140	32,5	26,7
460	1,102	24,2	18,4	620	1,142	33,0	27,2
465	1,104	24,4	18,6	625	1,143	33,2	27,4
470	1,105	24,8	19,0	630	1,144	33,4	27,6
475	1,106	25,0	19,2	635	1,146	33,8	28,0
480	1,107	25,2	19,4	640	1,147	34,1	28,3
485	1,109	25,5	19,7	645	1,148	34,3	28,5
490	1,110	25,9	20,1	650	1,149	34,5	28,7
495	1,111	26,1	20,3	655	1,151	34,9	29,1
500	1,112	26,3	20,5	660	1,152	35,1	29,3
505	1,113	26,5	20,7	665	1,153	35,4	29,6
510	1,114	26,7	20,9	670	1,155	35,8	30,0
515	1,115	26,9	21,1	675	1,156	36,0	30,2
520	1,117	27,2	21,4	680	1,157	36,2	30,4
525	1,119	27,4	21,6	685	1,159	36,4	30,6
530	—	28,0	22,2				

Tabelle IV.

Zur Bestimmung des Gehaltes der Kartoffel an Stärkemehl und Trockensubstanz nach dem specifischen Gewichte.

(Für 7,5 kg Kartoffel und die Waagen von Hurtzig und Reimann.)

Zu Seite 52 u. ff.

Gewicht der 7,5 kg Kartoffel im Wasser in Grammen.	Specifisches Gewicht.	Gehalt an Trockensubstanz in Percenten.	Gehalt an Stärkemehl in Percenten.	Gewicht der 7,5 kg Kartoffel im Wasser in Grammen.	Specifisches Gewicht.	Gehalt an Trockensubstanz in Percenten.	Gehalt an Stärkemehl in Percenten.
562,5	1,080	19,7	13,9	795	1,119	28,0	22,2
570	1,081	19,9	14,1	802,5	1,120	28,3	22,5
577,5	1,083	20,3	14,5	810	1,121	28,5	22,7
585	1,084	20,5	14,7	817,5	1,123	28,7	22,9
592,5	1,086	20,9	15,1	825	1,124	28,9	23,1
600	1,087	21,2	15,4	832,5	1,125	29,3	23,5
607,5	1,088	21,4	15,6	840	1,126	29,5	23,7
615	1,089	21,6	15,8	847,5	1,127	29,8	24,0
622,5	1,091	22,0	16,2	855	1,129	30,2	24,4
630	1,092	22,2	16,4	862,5	1,130	30,4	24,6
637,5	1,093	22,4	16,6	870	1,131	30,6	24,8
645	1,094	22,7	16,9	877,5	1,132	30,8	25,0
652,5	1,095	22,9	17,1	885	1,134	31,3	25,5
660	1,097	23,1	17,3	892,5	1,135	31,5	25,7
667,5	1,098	23,5	17,7	900	1,136	31,7	25,9
675	1,099	23,7	17,9	907,5	1,138	31,9	26,1
682,5	1,100	24,0	18,2	915	1,139	32,3	26,7
690	1,101	24,2	18,4	922,5	1,140	32,5	27,0
697,5	1,102	24,4	18,6	930	1,142	32,8	27,4
705	1,104	24,8	19,0	937,5	1,143	33,2	27,6
712,5	1,105	25,0	19,2	945	1,144	33,4	28,0
720	1,106	25,2	19,4	952,5	1,146	33,8	28,3
727,5	1,107	25,5	19,7	960	1,147	34,1	28,5
735	1,109	25,9	20,1	967,5	1,148	34,3	28,7
742,5	1,110	26,1	20,3	975	1,151	34,5	29,1
750	1,111	26,3	20,5	982,5	1,152	34,9	29,3
757,5	1,112	26,5	20,7	990	1,153	35,1	29,6
765	1,113	26,7	20,9	997,5	1,155	35,4	30,0
772,5	1,114	26,9	21,1	1005	1,156	35,8	30,2
780	1,115	27,2	21,4	1020	1,157	36,0	30,4
787,5	1,117	27,6	21,8	1027,5	1,159	36,2	30,8
						36,6	

Tabelle V.

Zur Bestimmung des Gehaltes der Kartoffel an Stärkemehl und Trockensubstanz nach dem specifischen Gewichte.

(Für 10 kg Kartoffel und die Waagen von Hurtzig und Reimann.)

Zu Seite 52 u. ff.

Gewicht der 10 kg Kartoffel im Wasser in Grammen.	Specifisches Gewicht.	Gehalt an Trockensubstanz in Percenten.	Gehalt an Stärkemehl in Percenten.	Gewicht der 10 kg Kartoffel im Wasser in Grammen.	Specifisches Gewicht.	Gehalt an Trockensubstanz in Percenten.	Gehalt an Stärkemehl in Percenten.
750	1,080	19,7	13,9	1070	1,120	28,3	22,5
760	1,081	19,9	14,1	1080	1,121	28,5	22,7
770	1,083	20,3	14,5	1090	1,123	28,9	23,1
780	1,084	20,5	14,7	1100	1,124	29,1	23,3
790	1,086	20,7	14,9	1110	1,125	29,3	23,5
800	1,087	21,2	15,4	1120	1,126	29,5	23,7
810	1,088	21,4	15,6	1130	1,127	29,8	24,0
820	1,089	21,6	15,8	1140	1,129	30,2	24,4
830	1,091	22,0	16,2	1150	1,130	30,4	24,6
840	1,092	22,4	16,4	1160	1,131	30,6	24,8
850	1,093	22,7	16,6	1170	1,132	30,8	25,0
860	1,094	22,9	16,9	1180	1,134	31,0	25,2
870	1,095	23,3	17,1	1190	1,135	31,5	25,7
880	1,097	23,5	17,5	1200	1,136	31,7	25,9
890	1,098	23,7	17,9	1210	1,138	31,9	26,1
900	1,099	24,0	18,2	1220	1,139	32,3	26,5
910	1,100	24,2	18,4	1230	1,140	32,5	26,7
920	1,101	24,4	18,6	1240	1,142	33,0	27,2
930	1,102	24,8	19,0	1250	1,143	33,2	27,4
940	1,104	25,0	19,2	1260	1,144	33,4	27,6
950	1,105	25,2	19,4	1270	1,146	33,8	28,0
960	1,106	25,2	19,7	1280	1,147	34,1	28,3
970	1,107	25,5	20,1	1290	1,148	34,3	28,5
980	1,109	25,9	20,3	1300	1,149	34,5	28,7
990	1,110	26,1	20,5	1310	1,151	34,9	29,1
1000	1,111	26,3	20,7	1320	1,152	35,1	29,3
1010	1,112	26,5	20,9	1330	1,153	35,4	29,6
1020	1,113	26,7	21,1	1340	1,155	35,8	30,0
1030	1,114	26,9	21,4	1350	1,156	36,0	30,2
1040	1,115	27,2	21,8	1360	1,157	36,2	30,4
1050	1,117	27,5	22,2	1370	1,159	36,6	30,8
1060	1,119	28,0	—				

Tabelle VI.

Zur Reduction der specifischen Gewichte auf Saccharometer-Percente.

Nach Balling. — Temperatur 14° R.

Zu Seite 140 und ff.

Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.
1,0000	0,000	1,0035	0,875	1,0070	1,750	1,0105	2,625	1,0140	3,500	1,0175	4,375
1,0001	0,025	36	900	71	775	106	650	141	525	176	400
2	0,050	37	925	72	800	107	675	142	550	177	425
3	075	38	950	73	825	108	700	143	575	178	450
4	100	39	975	74	850	109	725	144	600	179	475
5	125	1,0040	1,000	75	875	1,0110	750	145	625	1,0180	500
6	150	41	025	76	900	111	775	146	650	181	525
7	175	42	050	77	925	112	800	147	675	182	550
8	200	43	075	78	950	113	825	148	700	183	575
9	225	44	100	79	975	114	850	149	725	184	600
1,0010	250	45	125	1,0080	2,000	115	875	1,0150	750	185	625
11	275	46	150	81	025	116	900	151	775	186	650
12	300	47	175	82	050	117	925	152	800	187	675
13	325	48	200	83	075	118	950	153	825	188	700
14	350	49	225	84	100	119	975	154	850	189	725
15	375	1,0050	250	85	125	1,0120	3,000	155	875	1,0190	750
16	400	51	275	86	150	121	25	156	900	191	775
17	425	52	300	87	175	122	50	157	925	192	800
18	450	53	325	88	200	123	75	158	950	193	825
19	475	54	350	89	225	124	100	159	975	194	850
1,0020	500	55	375	1,0090	250	125	125	1,0160	4,000	195	875
21	525	56	400	91	275	126	150	161	025	196	900
22	550	57	425	92	300	127	175	162	050	197	925
23	575	58	450	93	325	128	200	163	075	198	950
24	600	59	475	94	350	129	225	164	100	199	975
25	625	1,0060	500	95	375	1,0130	250	165	125	1,0200	5,000
26	650	61	525	96	400	131	257	166	150	201	025
27	675	62	550	97	425	132	300	167	175	202	050
28	700	63	575	98	450	133	325	168	200	203	075
29	725	64	600	99	475	134	350	169	225	204	100
1,0030	750	65	625	1,0100	500	135	375	1,0170	250	205	125
31	775	66	650	101	525	136	400	171	275	206	150
32	800	67	675	102	550	137	425	172	300	207	175
33	825	68	700	103	575	138	450	173	325	208	200
34	850	69	725	104	600	139	475	174	350	209	225

Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.
1,0210	5,250	1,0250	6,244	1,0290	7,219	1,0330	8,195	1,0370	9,170	1,0410	10,142
211	275	251	268	291	244	331	219	371	195	411	166
212	300	252	292	292	268	332	244	372	219	412	190
213	325	253	316	293	292	333	268	373	244	413	214
214	350	254	341	294	316	334	292	374	268	414	238
215	375	255	365	295	341	335	316	375	292	415	261
216	400	256	389	296	365	336	341	376	316	416	285
217	425	257	413	297	389	337	365	377	341	417	309
218	450	258	438	298	413	338	389	378	365	418	333
219	475	259	463	299	438	339	413	379	389	419	357
1,0220	500	1,0260	488	1,0300	463	1,0340	438	1,0380	413	1,0420	381
221	525	261	512	301	488	341	463	381	438	421	404
222	550	262	536	302	512	342	488	382	463	422	428
223	575	263	560	303	536	343	512	383	488	423	452
224	600	264	584	304	560	344	536	384	512	424	476
225	625	265	609	305	584	345	560	385	536	425	500
226	650	266	633	306	609	346	584	386	560	426	523
227	675	267	657	307	633	347	609	387	584	427	547
228	700	268	681	308	667	348	633	388	609	428	571
229	725	269	706	309	681	349	657	389	633	429	595
1,0230	750	1,0270	731	1,0310	706	1,0350	681	1,0390	657	1,0430	619
231	775	271	756	311	731	351	706	391	681	431	642
232	800	272	780	312	756	352	731	392	706	432	666
233	825	273	804	313	780	353	756	393	731	433	690
234	850	274	828	314	804	354	780	394	756	434	714
235	875	275	853	315	828	355	804	395	780	435	738
236	900	276	877	316	853	356	828	396	804	436	761
237	925	277	901	317	877	357	853	397	828	437	785
238	950	278	925	318	901	358	877	398	853	438	809
239	975	279	950	319	925	359	901	399	877	439	833
1,0240	6,000	1,0280	975	1,0320	950	1,0360	925	1,0400	901	1,0440	857
241	024	281	7,000	321	975	361	950	401	925	441	881
242	048	282	024	322	8,000	362	975	402	950	442	904
243	073	283	048	323	024	363	9,000	403	975	443	928
244	097	284	073	324	048	364	024	404	10,000	444	952
245	122	285	097	325	073	365	048	405	023	445	976
246	146	286	122	326	097	366	073	406	047	446	11,000
247	170	287	146	327	122	367	097	407	071	447	023
248	195	288	170	328	146	368	122	408	095	448	047
249	219	289	195	329	170	369	146	409	119	449	081

Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Angabe in Percenten.
1,0450	11,095	1,0490	12,047	1,0530	13,000	1,0570	13,952	1,0610	14,904	1,0650	15,837
451	119	491	071	531	023	571	976	611	928	651	860
452	142	492	095	532	047	572	14,000	612	952	652	883
453	166	493	119	533	071	573	023	613	976	653	907
454	190	494	142	534	095	574	047	614	15,000	654	930
455	213	495	166	535	119	575	071	615	023	655	953
456	238	496	190	536	142	576	095	616	046	656	976
457	261	497	214	537	166	577	119	617	070	657	16,000
458	285	498	238	538	190	578	142	618	093	658	023
459	309	499	261	539	214	579	166	619	116	659	046
1,0460	333	1,0500	285	1,0540	238	1,0580	190	1,0620	139	1,0660	070
461	359	501	309	541	261	581	214	621	162	661	093
462	381	502	333	542	285	582	238	622	186	662	116
463	404	503	357	543	309	583	261	623	209	663	139
464	428	504	381	544	333	584	285	624	232	664	162
465	452	505	404	545	357	585	309	625	255	665	186
466	476	506	428	546	381	586	333	626	278	666	209
467	500	507	452	547	404	587	357	627	302	667	232
468	523	508	476	548	428	588	381	628	325	668	255
469	547	509	500	549	452	589	404	629	348	669	278
1,0470	571	1,0510	523	1,0550	476	1,0590	428	1,0630	371	1,0670	302
471	595	511	547	551	500	591	452	631	395	671	325
472	619	512	571	552	523	592	476	632	418	672	348
473	642	513	595	553	547	593	500	633	441	673	371
474	676	514	619	554	571	594	523	634	464	674	395
475	690	515	642	555	595	595	547	635	488	675	418
476	714	516	666	556	619	596	571	636	511	676	441
477	738	517	690	557	642	597	595	637	534	677	464
478	761	518	714	558	666	598	619	638	557	678	480
479	785	519	738	559	690	599	642	639	581	679	511
1,0480	809	1,0520	761	1,0560	714	1,0600	665	1,0640	604	1,0680	534
481	833	521	785	561	738	601	690	641	627	681	557
482	857	522	809	562	761	602	714	642	650	682	581
483	881	523	833	563	785	603	738	643	674	683	604
484	904	524	857	564	809	604	761	644	697	684	627
485	928	525	881	565	833	605	785	645	721	685	650
486	952	526	904	566	857	606	809	646	744	686	674
487	976	527	928	567	881	607	833	647	767	687	697
488	12,000	528	952	568	904	608	857	648	790	688	721
489	023	529	976	569	928	609	881	649	814	689	744

Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.	Specifisches Gewicht.	Entspr. Saccharometer-Anzeige in Percenten.
1,0690	16,767	1,0702	17,045	1,0714	17,318	1,0732	17,725	1,0756	18,272	1,0780	18,818
691	790	703	067	715	340	734	772	758	318	782	863
692	814	704	090	716	363	736	818	1,0760	363	784	909
693	837	705	113	717	386	738	863	762	409	786	954
694	860	706	136	718	409	1,0740	909	764	454	788	19,000
695	883	707	158	719	431	742	954	766	500	1,0790	045
696	907	708	181	1,0720	454	744	18,000	768	545	792	090
697	930	709	204	722	500	746	045	1,0770	590	794	136
698	953	1,0710	227	724	545	748	090	772	636	796	181
699	976	711	250	726	590	1,0750	137	774	681	798	227
1,0700	17,000	712	272	728	636	752	181	776	727	1,0800	19,272
701	022	713	295	1,0730	681	754	227	778	772		

Tabelle VII.

Eine Flüssigkeit vom specifischen Gewichte .... enthält ... Gewichtspercente Alkohol
Normaltemperatur $15^5/_9$° C. = $12^4/_9$° R. = 60° F. (Nach Drinkwater.)

Zu Seite 164 und ff.

Specif. Gewicht	Gew. % Alkohol	Specif. Gewicht	Gew. % Alkohol	Specif. Gewicht	Gew. % Alkohol	Specif. Gewicht	Gew. % Alkohol	Specif. Gewicht	Gew. % Alkohol	Specif. Gewicht	Gew. % Alkohol
1000	0,00	0,9962	2,05	0,9924	4,27	0,9886	6,69	0,9848	9,34	0,9810	12,16
0,9999	0,05	61	2,11	23	4,33	85	6,75	47	9,41	9	12,24
98	0,11	0,9960	2,17	22	4,39	84	6,82	46	9,49	8	12,32
97	0,16	59	2,22	21	4,45	83	6,89	45	9,56	7	12,40
96	0,21	58	2,28	0,9920	4,51	82	6,95	44	9,63	6	12,48
95	0,26	57	2,34	19	4,57	81	7,02	43	9,70	5	12,56
94	0,32	56	2,39	18	4,64	0,9880	7,09	42	9,78	4	12,65
93	0,37	55	2,45	17	4,70	79	7,16	41	9,85	3	12,73
92	0,42	54	2,51	16	4,76	78	7,23	0,9840	9,92	2	12,81
91	0,47	53	2,57	15	4,82	77	7,30	39	9,99	1	12,90
0,9990	0,53	52	2,62	14	4,88	76	7,37	38	10,07	0,9800	12,98
89	0,58	51	2,68	13	4,94	75	7,43	37	10,13	0,9799	13,06
88	0,64	0,9950	2,79	12	5,01	74	7,50	36	10,20	98	13,15
87	0,69	49	2,74	11	5,07	73	7,57	35	10,28	97	13,23
86	0,74	48	2,85	0,9910	5,13	72	7,64	34	10,35	96	13,31
85	0,80	47	2,91	9	5,20	71	7,71	33	10,43	95	13,40
84	0,85	46	2,97	8	5,26	0,9870	7,78	32	10,50	94	13,48
83	0,91	45	3,02	7	5,32	69	7,85	31	10,58	93	13,56
82	0,96	44	3,08	6	5,39	68	7,92	0,9830	19,65	92	13,65
81	1,02	43	3,14	5	5,45	67	7,99	29	10,73	91	13,73
0,9980	1,07	42	3,20	4	5,51	66	8,06	28	10,80	0,9790	13,81
79	1,12	41	3,26	3	5,58	65	8,13	27	10,88	89	13,90
78	1,18	0,9940	3,32	2	5,64	64	8,20	26	10,95	88	13,98
77	1,23	39	3,37	1	5,70	63	8,27	25	11,03	87	14,06
76	1,29	38	3,43	0,9900	5,77	62	8,34	24	11,11	86	14,15
75	1,34	37	3,49	0,9899	5,83	61	8,41	23	11,18	85	14,23
74	1,40	36	3,55	98	5,89	0,9860	8,48	22	11,26	84	14,31
73	1,45	35	3,61	97	5,96	59	8,55	21	11,33	83	14,40
72	1,51	34	3,67	96	6,02	58	8,62	0,9820	11,41	82	14,48
71	1,56	33	3,73	95	6,09	57	8,70	19	11,48	81	14,56
0,9970	1,61	32	3,78	94	6,15	56	8,77	18	11 56	0,9780	14,65
69	1,67	31	3,84	93	6,22	55	8,84	17	11,63	79	14,73
68	1,73	0,9930	3,90	92	6,29	54	8,91	16	11,71	78	14,81
67	1,78	29	3,96	91	6,35	53	8,98	15	11,79	77	14,90
66	1,83	28	4,02	0,9890	6,42	52	9,05	14	11,86	76	14,98
65	1,89	27	4,08	89	6,49	51	9,12	13	11,94		
64	1,94	26	4,14	88	6,55	0,9850	9,20	12	12,01		
63	1.99	25	4,20	87	6,62	49	9,27	11	12,09		

Tabelle VIII.

Ueber das Verhältniß zwischen dem specifischen Gewicht der Mischungen aus Alkohol und Wasser und den entsprechenden Volumen und Gewichtspercenten an Alkohol — Normaltemperatur $12^1/_9{}^\circ$ R.

Zu Seite 164 und ff.

Percente	Specifisches Gewicht entsprechend		Percente	Specifisches Gewicht entsprechend		Percente	Specifisches Gewicht entsprechend	
	Volum-percente	Gewichts-percente		Volum-percente	Gewichts-percente		Volum-percente	Gewichts-percente
1	0,9985	0,9981	35	0,9592	0,9490	69	0,8925	0,8748
2	9970	9963	36	9579	9472	70	8900	8724
3	9956	9944	37	9565	9453	71	8875	8700
4	9942	9928	38	9550	9433	72	8850	8676
5	9928	9912	39	9535	9413	73	8825	8652
6	9915	9896	40	9519	9394	74	8799	8629
7	9902	9880	41	9503	9374	75	8773	8605
8	9890	9866	42	9487	9353	76	8747	8581
9	9878	9852	43	9470	9332	77	8720	8557
10	9866	9839	44	9452	9311	78	8639	8533
11	9854	9826	45	9435	9291	79	8666	8509
12	9843	9813	46	9417	9269	80	8639	8484
13	9832	9800	47	9399	9248	81	8611	8459
14	9821	9788	48	9381	9227	82	8583	8435
15	9811	9775	49	9362	9204	83	8555	8409
16	9800	9763	50	9343	9183	84	8526	8385
17	9790	9751	51	9323	9160	85	8496	8359
18	9780	9739	52	9303	9138	86	8466	8333
19	9770	9727	53	9283	9116	87	8436	8307
20	9760	9714	54	9263	9094	88	8405	8282
21	9750	9702	55	9242	9072	89	8372	8256
22	9740	9690	56	9221	9049	90	8339	8229
23	9729	9677	57	9200	9027	91	8306	8203
24	9719	9664	58	9178	9004	92	8272	8176
25	9709	9651	59	9156	8981	93	8237	8149
26	9698	9637	60	9134	8958	94	8201	8122
27	9688	9622	61	9112	8935	95	8164	8094
28	9677	9607	62	9090	8911	96	8125	8065
29	9666	9592	63	9067	8888	97	8084	8036
30	9655	9577	64	9044	8865	98	8041	8006
31	9643	9560	65	9021	8842	99	7995	7976
32	9631	9544	66	8997	8818	100	7946	7946
33	9618	9526	67	8973	8795			
34	9605	9508	68	8949	8772			

Tabelle IX.

Zur Umwandlung von Volum- in Gewichts-Percent.
Normal-Temperatur $12^1/_9°$ R.
Zu Seite 164 und ff.

Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent
0,0	0,00	3,5	2,80	7,0	5,62	10,5	8,45	14,0	11,33	17,5	14,20
1	08	6	88	1	70	6	53	1	41	6	28
2	16	7	96	2	78	7	61	2	49	7	36
3	24	8	3,04	3	86	8	69	3	58	8	44
4	32	9	12	4	94	9	77	4	66	9	52
5	40	4,0	20	5	6,02	11,0	87	5	74	18,0	62
6	48	1	28	6	10	1	95	6	82	1	70
7	56	2	36	7	18	2	9,03	7	90	2	78
8	64	3	44	8	26	3	11	8	99	3	86
9	72	4	52	9	34	4	19	9	12,05	4	94
1,0	80	5	60	8,0	42	5	27	15,0	15	5	15,02
1	88	6	68	1	50	6	35	1	23	6	10
2	96	7	76	2	58	7	43	2	31	7	18
3	1,04	8	84	3	66	8	51	3	39	8	26
4	12	9	92	4	74	9	59	4	48	9	34
5	20	5,0	4,00	5	82	12,0	69	5	56	19,0	44
6	28	1	08	6	90	1	77	6	64	1	52
7	36	2	16	7	98	2	85	7	72	2	60
8	44	3	24	8	7,06	3	93	8	81	3	69
9	52	4	32	9	14	4	10,01	9	89	4	78
2,0	60	5	40	9,0	24	5	09	16,0	97	5	86
1	68	6	48	1	32	6	17	1	13,08	6	94
2	76	7	56	2	40	7	25	2	16	7	16,03
3	84	8	64	3	48	8	33	3	24	8	11
4	92	9	72	4	56	9	41	4	32	9	20
5	2,00	6,0	80	5	64	13,0	51	5	40	20,0	28
6	08	1	88	6	72	1	59	6	48	1	36
7	16	2	96	7	80	2	67	7	56	2	45
8	24	3	5,04	8	88	3	75	8	64	3	53
9	32	4	12	9	96	4	83	9	72	4	62
3,0	40	5	20	10,0	8,05	5	91	17,0	80	5	70
1	48	6	28	1	13	6	99	1	88	6	78
2	56	7	36	2	21	7	11,07	2	96	7	87
3	64	8	44	3	29	8	15	3	14,04	8	95
4	72	9	52	4	37	9	23	4	12	9	17,04

Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent
21,0	17,12	25,0	20,46	29,0	23,84	33,0	27,26	37,0	30,74	41,0	34,28
1	20	1	54	1	92	1	35	1	83	1	37
2	29	2	62	2	24,01	2	44	2	92	2	46
3	37	3	71	3	09	3	52	3	31,00	3	55
4	45	4	79	4	18	4	61	4	09	4	64
5	54	5	88	5	26	5	69	5	18	5	73
6	62	6	96	6	35	6	78	6	27	6	82
7	70	7	21,05	7	43	7	86	7	36	7	91
8	78	8	13	8	52	8	95	8	45	8	35,00
9	87	9	22	9	60	9	28,04	9	54	9	09
22,0	95	26,0	30	30,0	69	34,0	13	38,0	62	42,0	18
1	18,03	1	38	1	78	1	22	1	71	1	27
2	12	2	46	2	86	2	30	2	80	2	36
3	20	3	55	3	95	3	39	3	89	3	45
4	29	4	63	4	25,03	4	48	4	97	4	54
5	37	5	72	5	12	5	56	5	32,06	5	63
6	45	6	80	6	20	6	65	6	15	6	72
7	54	7	89	7	29	7	73	7	24	7	81
8	62	8	97	8	39	8	81	8	33	8	90
9	71	9	22,05	9	47	9	90	9	42	9	99
23,0	79	27,0	14	31,0	55	35,0	99	39,0	50	43,0	36,08
1	87	1	22	1	64	1	29,08	1	59	1	17
2	96	2	31	2	72	2	17	2	68	2	26
3	19,04	3	39	3	81	3	26	3	77	3	35
4	12	4	48	4	89	4	34	4	86	4	46
5	21	5	56	5	98	5	46	5	95	5	55
6	29	6	65	6	26,06	6	52	6	33,03	6	64
7	37	7	73	7	15	7	61	7	12	7	73
8	45	8	82	8	23	8	69	8	21	8	82
9	54	9	90	9	31	9	78	9	30	9	90
24,0	62	28,0	99	32,0	40	36,0	86	40,0	39	44,0	99
1	70	1	23,07	1	49	1	95	1	48	1	37,08
2	78	2	16	2	57	2	30,04	2	57	2	17
3	87	3	24	3	66	3	13	3	66	3	26
4	95	4	33	4	74	4	21	4	75	4	35
5	20,03	5	41	5	83	5	30	5	84	5	45
6	12	6	50	6	92	6	39	6	93	6	54
7	20	7	58	7	27,00	7	48	7	34,02	7	63
8	27	8	67	8	09	8	57	8	11	8	72
9	38	9	75	9	17	9	66	9	20	9	81

Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent
45,0	37,90	49,0	41,59	53,0	45,37	57,0	49,23	61,0	53,20	65,0	57,25
1	94	1	68	1	46	1	33	1	30	1	35
2	38,09	2	78	2	56	2	43	2	40	2	45
3	18	3	87	3	65	3	52	3	50	3	56
4	27	4	96	4	75	4	62	4	60	4	66
5	36	5	42,05	5	84	5	72	5	70	5	77
6	45	6	15	6	94	6	81	6	80	6	87
7	55	7	24	7	46,03	7	91	7	90	7	98
8	64	8	33	8	13	8	50,01	8	54,00	8	58,08
9	73	9	43	9	22	9	11	9	10	9	19
46,0	82	50,0	52	54,0	32	58,0	21	62,0	20	66,0	29
1	91	1	61	1	42	1	31	1	30	1	39
2	39,00	2	71	2	51	2	41	2	40	2	50
3	09	3	80	3	61	3	51	3	50	3	60
4	19	4	89	4	70	4	60	4	60	4	71
5	28	5	99	5	80	5	70	5	70	5	81
6	37	6	43,08	6	90	6	80	6	80	6	91
7	46	7	17	7	99	7	90	7	90	7	59,02
8	55	8	27	8	47,09	8	51,00	8	55,00	8	12
9	64	9	37	9	19	9	10	9	11	9	23
47,0	73	51,0	47	55,0	29	59,0	20	63,0	21	67,0	33
1	82	1	56	1	39	1	30	1	31	1	43
2	91	2	66	2	48	2	40	2	41	2	54
3	40,01	3	75	3	58	3	50	3	52	3	64
4	10	4	85	4	68	4	60	4	62	4	75
5	19	5	94	5	77	5	70	5	72	5	85
6	29	6	44,04	6	87	6	80	6	82	6	96
7	38	7	13	7	97	7	90	7	92	7	60,06
8	47	8	23	8	48,06	8	52,00	8	56,03	8	17
9	57	9	32	9	16	9	10	9	13	9	27
48,0	66	52,0	42	56,0	26	60,0	20	64,0	23	68,0	38
1	75	1	51	1	36	1	30	1	33	1	49
2	85	2	61	2	46	2	40	2	43	2	60
3	94	3	70	3	55	3	50	3	54	3	70
4	41,03	4	80	4	65	4	60	4	64	4	81
5	12	5	89	5	74	5	70	5	74	5	91
6	22	6	99	6	84	6	80	6	84	6	61,02
7	31	7	45,08	7	94	7	90	7	94	7	12
8	41	8	18	8	49,03	8	53,00	8	57,05	8	23
9	50	9	28	9	13	9	10	9	15	9	33

Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent
69,0	61,43	73,0	65,73	77,0	70,17	81,0	74,75	85,0	79,50	89,0	84,46
1	53	1	84	1	28	1	87	1	62	1	59
2	64	2	95	2	40	2	99	2	74	2	72
3	74	3	66,06	3	51	3	75,10	3	87	3	85
4	85	4	17	4	63	4	22	4	99	4	98
5	95	5	28	5	74	5	34	5	80,11	5	85,11
6	62,06	6	39	6	85	6	46	6	24	6	24
7	16	7	50	7	97	7	57	7	36	7	37
8	27	8	61	8	71,08	8	69	8	48	8	50
9	38	9	72	9	19	9	80	9	61	9	63
70,0	49	74,0	83	78,0	30	82,0	91	86,0	74	90,0	76
1	60	1	94	1	41	1	76,03	1	86	1	89
2	71	2	67,05	2	53	2	15	2	98	2	86,02
3	82	3	16	3	64	3	27	3	81,10	3	15
4	93	4	27	4	76	4	39	4	23	4	28
5	63,04	5	38	5	87	5	50	5	35	5	41
6	14	6	49	6	99	6	62	6	47	6	54
7	25	7	60	7	72,11	7	74	7	59	7	67
8	36	8	71	8	24	8	86	8	71	8	80
9	47	9	82	9	34	9	98	9	83	9	93
71,0	57	75,0	93	79,0	45	83,0	77,09	87,0	95	91,0	87,06
1	68	1	68,04	1	56	1	21	1	82,07	1	19
2	79	2	15	2	67	2	33	2	19	2	32
3	90	3	26	3	79	3	45	3	32	3	46
4	64,00	4	37	4	90	4	57	4	44	4	59
5	11	5	48	5	73,01	5	69	5	56	5	72
6	22	6	59	6	13	6	81	6	69	6	85
7	33	7	70	7	24	7	93	7	81	7	98
8	44	8	81	8	35	8	78,05	8	93	8	88,12
9	55	9	93	9	46	9	17	9	83,06	9	25
72,0	65	76,0	69,04	80,0	58	84,0	29	88,0	19	92,0	38
1	76	1	15	1	70	1	41	1	32	1	51
2	87	2	26	2	82	2	53	2	45	2	64
3	98	3	38	3	94	3	65	3	57	3	77
4	65,09	4	49	4	74,05	4	77	4	70	4	91
5	19	5	60	5	17	5	89	5	83	5	89,04
6	30	6	71	6	29	6	79,01	6	96	6	17
7	41	7	82	7	40	7	13	7	84,08	7	31
8	52	8	94	8	52	8	25	8	21	8	44
9	63	9	70,05	9	64	9	38	9	34	9	57

Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent	Volum-Percent	Gewichts-Percent
93,0	89,71	94,2	91,36	95,4	93,02	96,6	94,76	97,8	96,54	99,0	98,39
1	84	3	50	5	17	7	90	9	69	1	55
2	98	4	63	6	31	8	95,05	98,0	84	2	71
3	90,11	5	77	7	45	9	19	1	97,00	3	87
4	25	6	91	8	60	97,0	34	2	15	4	99,04
5	38	7	92,05	9	74	1	49	3	31	5	20
6	52	8	19	96,0	89	2	64	4	45	6	36
7	65	9	33	1	94,03	3	79	5	61	7	52
8	79	95,0	46	2	18	4	94	6	76	8	68
9	93	1	60	3	32	5	96,09	7	92	9	89
94,0	91,08	2	74	4	47	6	24	8	98,07		
1	22	3	88	5	61	7	39	9	23		

Tabelle X.

Zur Bestimmung des wahren Percentgehaltes für die Normaltemperatur nach den Angaben des Alkoholometers bei anderen Temperaturen. Nach Brix.

Zu Seite 164 und ff.

Der Spiritus zeigt die Temperatur von . . . in ° R.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Diesem scheinbaren Percentgehalte entspricht als wirklicher:									
— 10	30,2	32,0	33,2	34,4	35,8	37,2	38,4	39,5	40,7	41,9
9	29,8	31,5	32,8	34,0	35,4	36,7	37,9	39,0	40,2	41,4
8	29,4	31,0	32,4	33,6	34,9	36,2	37,4	38,5	39,6	40,9
7	29,0	30,6	31,9	33,1	34,4	35,7	36,9	38,0	39,1	40,4
6	28,6	30,2	31,5	32,7	34,0	35,2	36,4	37,5	38,6	39,8
5	28,2	29,7	31,0	32,3	33,5	34,8	35,9	37,0	38,1	39,2
4	27,7	29,2	30 5	31,8	33,0	34,2	35,4	36,5	37,5	38,6
3	27,3	28,7	30,1	31,3	32,5	33,7	34,9	35,9	37,0	38,1
2	26,8	28,2	29,6	30,8	32,0	33,2	34,3	35,4	36,5	37,5
1	26,6	27,9	29,2	30,5	31,6	32,8	33,9	35,1	36,1	37,1
0	26,1	27,4	28,8	30,1	31,2	32,3	33,4	34,5	35,5	36,5
+ 1	25,7	27,0	28,2	29,5	30,7	31,8	32,8	33,9	35,0	36,0
2	25,2	26,4	27,7	28,9	30,1	31,2	32,3	33,3	34,4	35,4
3	24,8	26,0	27,1	28,3	29,5	30,6	31,7	32,8	33,8	34,9
4	24,3	25,5	26,7	27,8	29,0	30,1	31,2	32,2	33,3	34,3
5	23,9	25,1	26,2	27,4	28,5	29,7	30,7	31,8	32,8	33,8
6	23,5	24,7	25,8	26,9	28,1	29,2	30,3	31,3	32,3	33,3
7	23,2	24,3	25,4	26,5	27,6	28,7	29,8	30,8	31,8	32,8
8	22,8	23,9	25,0	26,1	27,1	28,2	29,3	30,3	31,3	32,3
9	22,3	23,4	24,5	25,5	26,6	27,7	28,7	29,8	30,8	31,8
10	21,9	23,0	24,0	25,0	26,1	27,1	28,2	29,3	30,3	31,3
11	21,5	22,6	23,6	24,6	25,6	26,6	27,7	28,7	29,8	30,8
12	21,2	22,2	23,2	24,2	25,2	26,2	27,2	28,2	29,2	30,2
13	20,8	21,8	22,8	23,8	24,8	25,8	26,8	27,7	28,7	29,7
14	20,4	21,4	22,4	23,4	24,4	25,4	26,3	27,3	28,3	29,3
15	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	24,9	25,9	26,9	27,8	28,8
16	19,6	20,6	21,6	22,5	23,5	24,5	25,4	26,4	27,3	28,3
17	19,2	20,1	21,1	22,1	23,0	24,0	24,9	25,9	26,9	27,8
18	18,8	19,7	20,7	21,6	22,5	23,5	24,4	25,4	26,3	27,3
19	18,5	19,3	20,2	21,2	22,1	23,0	23,9	24,9	25,8	26,8
20	18,1	19,0	19,8	21,7	21,6	22,6	23,5	24,4	25,3	26,3
21	17,7	18,6	19,4	20,3	21,2	22,1	23,0	23,8	24,8	25,8
22	17,3	18,2	19,0	19,9	20,8	21,7	22,6	23,5	24,3	25,3
23	16,9	17,8	18,6	19,5	20,3	21,2	22,2	23,0	23,9	24,8
24	16,5	17,4	18,2	19,1	19,9	20,8	21,7	22,6	23,5	24,4
25	16,2	17,0	17,8	18,6	19,5	20,3	21,2	22,1	23,0	23,9
26	15,7	16,6	17,4	18,2	19,1	19,9	20,8	21,6	22,5	23,4
27	15,3	16,1	17,0	17,8	18,6	19,4	20,3	21,2	22,0	22,9
28	14,9	15,7	16,5	17,3	18,2	19,0	19,8	20,7	21,6	22,5
29	14,4	15,2	16,1	16,9	17,7	18,6	19,4	20,2	21,1	22,0
+ 30	14,0	14,8	15,7	16,5	17,3	18,1	19,0	19,8	20,7	21,6

Der Spiritus zeigt die Temperatur von ... in ° R.	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	Diesem scheinbaren Percentgehalte entspricht als wirklicher:									
— 20	49,9	48,7	49,5	50,4	51,2	52,0	52,8	53,7	54,5	55,3
19	47,4	48,2	49,0	49,9	50,7	51,5	52,4	53,2	54,0	54,9
18	46,9	47,7	48,5	49,4	50,2	51,1	51,9	52,7	53,6	54,4
17	46,4	47,2	48,0	48,9	49,7	50,6	51,4	52,3	53,1	54,0
16	45,8	46,7	47,6	48,4	49,3	50,1	51,0	51,8	52,7	53,5
15	45,3	46,2	47,1	47,9	48,8	49,6	50,5	51,3	52,2	53,1
14	44,8	45,7	46,6	47,4	48,3	49,2	50,0	50,9	51,7	52,6
13	44,3	45,2	46,1	46,9	47,8	48,7	49,5	50,4	51,3	52,2
12	43,8	44,7	45,6	46,4	47,3	48,2	49,1	49,9	50,8	51,7
11	43,3	44,2	45,1	46,0	46,8	47,7	48,6	49,5	50,4	51,2
— 10	42,8	43,7	44,6	45,5	46,3	47,2	48,1	48,9	49,9	50,8
9	42,3	43,2	44,1	45,0	45,9	46,8	47,7	48,6	49,4	50,3
8	41,8	42,7	43,6	44,5	45,4	46,3	47,2	48,1	49,0	49,9
7	41,3	42,2	43,1	44,0	44,9	45,8	46,7	47,6	48,5	49,4
6	40,8	41,7	42,6	43,5	44,4	45,3	46,2	47,2	48,1	49,0
5	40,3	41,2	42,1	43,0	43,9	44,8	45,8	46,7	47,6	48,5
4	39,7	40,7	41,6	42,5	43,4	44,4	45,3	46,2	47,1	48,1
3	39,1	40,1	41,1	42,0	42,9	43,9	44,8	45,7	46,7	47,6
2	38,6	39,6	40,6	41,5	42,5	43,4	44,3	45,3	46,2	47,1
1	38,1	39,1	40,1	41,0	41,9	42,9	43,8	44,7	45,7	46,6
0	37,5	38,5	39,5	40,5	41,4	42,3	43,3	44,2	45,1	46,1
+ 1	37,0	38,0	39,0	40,0	40,9	41,8	42,8	43,7	44,6	45,6
2	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,3	42,3	43,2	44,1	45,1
3	35,9	36,9	37,9	38,9	39,4	40,8	41,8	42,7	43,7	44,6
4	35,4	36,4	37,4	38,3	39,3	40,3	41,3	42,2	43,2	44,1
5	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,7	41,7	42,7	43,6
6	34,3	35,3	36,3	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,1	43,1
7	33,8	34,8	35,8	36,8	37,7	38,7	39,7	40,7	41,7	42,6
8	33,3	34,3	35,3	36,3	37,3	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2
9	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,7	38,7	39,7	40,6	41,7
10	32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,2	38,2	39,2	40,1	41,1
11	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,7	37,7	38,7	39,7	40,7
12	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2
13	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7	38,7	39,7
14	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2
15	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,6	35,6	36,7	37,7	38,1
16	29,3	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,1	36,2	37,2	38,2
17	28,8	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7
18	28,3	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2
19	27,7	28,7	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7
20	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2
21	26,7	27,7	28,7	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7
22	26,2	27,2	28,2	29,2	30,1	31,1	32,2	33,2	34,2	35,2
23	25,7	26,7	27,7	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,7	34,7
24	25,3	26,2	27,2	28,2	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1	34,2
25	24,8	25,7	26,7	27,7	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,7
26	24,3	25,2	26,1	27,1	28,1	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1
27	23,8	24,7	25,7	26,7	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,7
28	23,4	24,3	25,2	26,2	27,2	28,1	29,1	30,1	31,1	32,2
29	22,9	23,8	24,7	25,7	26,7	27,6	28,6	29,6	30,6	31,7
+ 30	22,4	23,3	24,2	25,1	26,1	27,1	28,1	29,1	30,1	31,2

Der Spiritus zeigt die Temperatur von ... in ° R.	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	Diesem scheinbaren Percentgehalte entspricht als wirklicher:									
— 20	56,2	57,0	75,8	58,6	59,5	60,3	61,1	62,0	62,8	63,6
19	55,7	56,5	57,4	58,2	59,0	59,9	60,7	61,5	62,4	63,2
18	55,3	56,1	56,9	57,8	58,6	59,5	60,3	61,1	62,0	62,8
17	54,8	55,7	56,5	57,4	58,2	59,0	59,9	60,7	61,6	62,4
16	54,4	55,2	56,1	56,9	57,8	58,6	59,5	60,3	61,2	62,0
15	53,9	54,8	55,6	56,5	57,3	58,2	59,1	59,9	60,8	61,6
14	53,5	54,3	55,2	56,1	56,9	57,8	58,7	59,5	60,4	61,2
13	53,0	53,9	54,8	55,6	56,5	57,4	58,2	59,1	60,0	60,9
12	52,6	53,4	54,3	55,2	56,1	57,0	57,8	58,7	59,6	60,5
11	52,1	53,0	53,9	54,8	55,7	56,5	57,4	58,3	59,2	60,1
10	51,7	52,6	53,5	54,3	55,2	55,1	57,0	57,9	58,8	59,7
9	51,2	52,1	53,0	53,9	54,8	55,7	56,6	57,5	58,4	59,3
8	50,8	51,7	52,6	53,5	54,4	55,3	56,2	57,1	58,0	58,9
7	50,3	51,3	52,2	53,1	55,0	54,9	55,8	56,7	57,6	58,5
6	49,9	50,8	51,7	52,6	53,5	54,5	55,4	56,3	57,2	58,1
5	49,4	50,4	51,3	52,2	53,1	54,0	54,9	55,9	56,8	57,7
4	49,0	49,9	50,8	51,8	52,7	53,6	54,5	55,4	56,4	57,3
3	48,5	49,4	50,4	51,3	52,2	53,2	54,1	55,0	56,0	56,9
2	48,1	49,0	49,9	50,9	51,8	52,7	53,7	54,6	55,5	56,5
1	47,5	48,5	49,4	50,3	51,3	52,2	53,2	54,1	55,1	56,0
0	47,0	48,0	48,9	49,9	50,8	51,8	52,7	53,7	54,6	55,6
+ 1	46,5	47,5	48,5	49,5	50,4	51,4	52,3	53,3	54,2	55,1
2	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0	50,9	51,9	52,8	53,8	54,7
3	45,6	46,5	47,5	48,5	49,5	50,5	51,4	52,4	53,3	54,3
4	45,1	46,1	47,0	48,0	49,0	50,0	50,9	51,9	52,9	53,8
5	44,6	45,6	46,6	47,5	48,5	49,5	50,5	51,4	52,4	53,4
6	44,1	45,1	46,4	47,1	48,0	49,0	50,0	51,0	52,0	52,9
7	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6	50,5	51,5	52,5
8	43,1	44,1	45,1	46,1	47,1	48,1	49,1	50,1	51,1	52,1
9	42,7	43,7	44,7	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6	50,6	51,6
10	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,1	49,1	50,1	51,1
11	41,7	42,7	43,7	44,7	45,7	46,7	47,7	48,7	49,7	50,6
12	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,2	49,2	50,2
13	40,7	41,7	42,7	43,7	44,7	45,7	46,7	47,7	48,7	49,7
14	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,3	48,3	49,3
15	39,7	40,7	41,7	42,7	43,7	44,7	45,8	46,8	47,8	48,8
16	39,2	40,2	41,3	42,3	43,3	44,3	45,3	46,3	47,3	48,4
17	38,7	39,7	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,9	46,9	47,9
18	38,2	39,2	40,3	41,3	42,3	43,3	44,3	45,4	46,4	47,4
19	37,7	38,7	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,9	45,9	46,9
20	37,2	38,3	39,3	40,3	41,3	42,3	43,4	44,4	45,4	46,5
21	36,7	37,8	38,8	39,8	40,9	41,9	42,9	43,9	44,9	46,0
22	36,2	37,3	38,3	39,3	40,4	41,4	42,4	43,4	44,5	45,5
23	35,7	36,7	37,8	38,8	39,9	40,9	41,9	42,9	44,0	45,0
24	35,2	36,2	37,3	38,3	39,3	40,4	41,4	42,4	43,5	44,5
25	34,7	35,7	36,8	37,8	38,8	39,9	40,9	42,0	43,0	44,0
26	34,2	35,2	36,2	37,3	38,3	39,4	40,4	41,5	42,5	43,5
27	33,7	34,7	35,7	36,8	37,8	38,8	39,9	40,9	42,0	43,0
28	33,2	34,2	35,3	36,3	37,3	38,4	39,4	40,4	41,5	42,5
29	32,7	33,7	34,8	35,8	36,8	37,9	38,9	39,9	41,0	42,0
+ 30	32,2	33,2	34,3	35,3	36,3	37,4	38,4	39,5	40,5	41,6

Der Spiritus zeigt die Temperatur von ... in ° R.	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	Diesem scheinbaren Percentgehalte entspricht als wirklicher:									
— 20	64,5	65,5	66,4	67,3	68,3	69,2	70,1	71,0	71,9	72,8
19	64,1	65,1	66,0	67,0	67,9	68,8	69,7	70,6	71,5	72,4
18	63,7	64,7	65,6	66,6	67,5	68,4	69,3	70,2	71,1	72,0
17	63,3	64,3	65,2	66,2	67,1	68,0	68,9	69,8	70,7	71,6
16	62,9	63,9	64,8	65,8	66,7	67,6	68,5	69,4	70,3	71,3
15	62,6	63,5	64,5	65,4	66,3	67,2	68,1	69,0	70,0	70,9
14	62,2	63,1	64,1	65,0	65,9	66,8	67,7	68,7	69,6	70,5
13	61,8	62,7	63,7	64,6	65,5	66,4	67,4	68,3	69,2	70,1
12	61,4	62 3	63,3	64,2	65,1	66,0	67,0	67,9	68,8	69,8
11	61,0	61,9	62,9	63,8	64,7	65,7	66,6	67,5	68,5	69,4
10	60,6	61,5	62,5	63,4	64,3	65,3	66,2	67,1	68,1	69,8
9	60,2	61,1	62,1	63.0	63,9	64,9	65,8	66,8	67,7	68,6
8	59,8	60,7	61,7	62 6	63,6	64,5	65,4	66,4	67,3	68,3
7	59,4	60,3	61,3	62,2	63,2	64,1	65,0	66,0	66,9	67,9
6	59,0	59,9	60,9	61,8	62,8	63,7	64,7	65,6	66,5	67,5
5	58,6	59,5	65,5	61,4	62,4	63,3	64,3	65,2	66,2	67,1
4	58,2	59,1	60,1	61,0	62,0	62,9	63,9	64,8	65,8	66,7
3	57,8	58,7	59,8	60,6	61,6	62,5	63,5	64,4	65,4	66,4
2	57,4	58,4	59,3	60,2	61,2	62,1	63,1	64,1	65,0	66,0
1	57,0	57,9	58,9	59,8	60,8	61,7	62,7	63,7	64,6	65,6
0	56,5	57,5	58,5	59,4	60,4	61,4	62,3	63,3	64,3	65,2
+ 1	56,1	57,1	58,0	59,0	60,0	60,9	61,9	62,9	63,9	64,8
2	55,7	56,6	57,6	58,6	59,5	60,6	61,5	62,5	63,5	64,4
3	55,2	56,2	52,2	58,1	59,1	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0
4	54,8	55,8	56,7	57,7	58,7	59,6	60,6	61,6	62,6	63,6
5	54,4	55,3	56,3	57,3	58,3	59,2	60,2	61,2	62,2	63,2
6	53,9	54,9	55,9	56,9	57,8	58,8	59,8	60,8	61,8	62,8
7	53,5	54,5	55,4	56,4	57,4	58,4	59,4	60,3	61,3	62,3
8	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	57,9	59,9	59,9	60,9	61,9
9	52,6	54,6	54,6	55,5	56,5	57,5	58,5	59,5	60,5	61,5
10	52,1	53,1	54,1	55,1	56,1	57,1	58,1	59,1	60,1	61,1
11	51,6	52,6	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,6	60,6
12	51,2	52,2	53,2	54,2	55,2	56,2	57,2	58,2	59,2	60,2
13	50,8	51,8	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,8	59,8
14	50,3	51,3	52,3	53,3	54,4	55,4	58,4	57,4	58,4	59,4
15	49,8	50,9	51,9	52,9	53,9	54,9	55,9	56,9	57,9	58,9
16	49,4	50,4	51,4	52,4	53,5	54,5	55,5	56,5	57,5	58,5
17	48,9	49,9	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0
18	48,5	49,5	50,5	51,5	52,6	53.6	54,6	55,6	56,6	57,6
19	48,0	49,0	50,1	51,1	52,1	53,1	54,1	55,1	56,1	57,1
20	47,5	48,5	49,6	50,6	51,6	52,7	53,7	54,7	55,7	56,7
21	47,0	48,1	49,1	50,2	51,2	52,2	53,2	54,2	55,3	56,3
22	46,5	47,6	48,6	49,7	50,7	51,7	52,7	53,8	54,8	55,8
23	46,0	47,1	48,1	49,1	50,2	51,2	52,3	53,3	54,3	55,4
24	45,5	46,6	47,6	48,6	49,7	50,7	51,8	52,8	53,8	54,9
25	45,1	46,1	47,1	48,2	49,2	50,2	51,3	52,3	53,4	54,4
26	44,6	45,6	46,7	47,7	48,8	49,8	50,8	51,9	52,9	53,9
27	44,1	45,2	46,2	47,2	48,3	49,3	50,3	51,4	52,4	53,4
28	43,6	44,7	45,7	46,7	47,8	48,8	49,9	50,9	52,0	53,0
29	43,1	44,2	45,2	46,3	47,3	48,3	49,4	50,4	51,5	52,5
+ 30	42,6	43,7	44,7	47,8	41,8	47,9	48,9	49,9	51,0	52,0

Der Spiritus zeigt die Temperatur von . . . in ° R.	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	Diesem scheinbaren Percentgehalte entspricht als wirklicher:									
— 20	73,7	74,6	75,5	76,4	77,3	78,2	79,1	80,0	80,9	81,8
19	73,3	74,2	75,1	76,0	76,9	77,8	78,7	79,7	80,6	81,5
18	72,9	73,8	74,7	75,7	76,6	77,5	78,4	79,3	80,2	81,1
17	72,6	73,5	74,4	75,3	76,2	77,1	78,0	78,9	79,9	80,8
16	72,2	73 1	74,0	74,9	75,9	76,8	77,7	78,6	79,5	80,4
15	71,8	72,7	73,6	74,6	75,5	76,4	77,3	78,2	79,2	80,1
14	71,4	72,4	73,3	74,2	75,1	76,0	77,0	77,9	78,8	79,7
13	71,1	72,0	72,9	73,8	74,8	75,7	76,6	77,5	78,5	79,4
12	70,7	71,6	72,5	73,5	74,4	75,3	76,3	77,2	78,1	79,0
11	70,3	71,2	72,2	73,1	74,0	75,0	75,9	76,8	77,8	78,7
10	69,9	70,9	71,8	72,7	73,7	74,6	75,5	76,5	77,4	78,3
9	69,6	70,5	71,4	72,4	73,3	74,3	75,2	76,1	77,1	78,0
8	69,2	70,1	71,1	72,0	73,0	73,9	74,8	75,8	76,7	77,7
7	68,8	69,8	70,7	71,6	72,6	73,5	74,5	75,4	76,4	77,3
6	68,4	69,4	70,3	71,3	72,2	73,2	74,1	75,1	76,0	77,0
5	68,1	69,0	70,0	70,9	71,9	72,8	73,8	74,7	75,7	76,6
4	67,7	68,6	69,6	70,5	71,5	72,5	73,4	74,4	75,3	76,3
3	67,3	68,3	69,2	70,2	71,1	72,1	73,0	74,0	75,0	75,9
2	66,9	67,9	68,9	69,8	70,8	71,7	72,7	73,6	74,6	75,6
1	66,5	67,5	68,5	69,4	70,4	71,3	72,3	73,3	74,2	75,2
0	66,2	67,2	68,1	69,1	70,0	71,0	72,0	72,9	73,9	74,8
+ 1	65,8	66,8	67,7	68,7	69,6	70,6	71,6	72,5	73,5	74,5
2	65,4	66,4	67,3	68,3	69,3	70,2	71,2	72,2	73,1	74,1
3	65,0	66,0	66,9	67,9	68,9	69,8	70,8	71,8	72,8	73,7
4	64,6	65,6	66,5	67,5	68,5	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4
5	64,2	65,1	66,1	67,1	68,1	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0
6	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,6	69,6	70,6	71,6	72,6
7	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,2	69,2	70,2	71,2	72,2
8	62,9	63,9	64,9	65,9	66,9	67,8	68,8	69,8	70,8	71,8
9	62,5	63,5	64,5	65,5	66,5	67,4	68,4	69,4	70,4	71,4
10	62,1	63,1	64,1	65,1	66,1	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0
11	61,6	62,6	63,6	64,6	65,6	66,6	67,6	68,6	69,6	70,6
12	61,2	62,2	63,2	64,2	65,2	66,2	67,2	68,2	69,2	70,2
13	60,8	61,8	62,8	63,8	64,8	65,8	66,8	67,8	68,8	69,8
14	60,4	61,4	62,4	63,4	64,4	65,4	66,4	67,4	68,4	69,4
15	59,9	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0
16	59,5	60,5	61,5	62,5	63,5	64,6	65,6	66,6	67,6	68,6
17	59,0	60,1	61,1	62,1	63,1	64,1	65,2	66,2	67,2	68,2
18	58,6	59,6	60,6	61,6	62,7	63,7	64,7	65,8	66,8	67,8
19	58,1	59,1	60,2	61,2	62,2	63,3	64,3	65,4	66,4	67,4
20	57,7	58,7	59,7	60,8	61,8	62,9	63,9	64,9	66,0	67,0
21	57,3	58,3	59,3	60,3	61,4	62,4	63,5	64,5	65,5	66,6
22	56,8	57,8	58,9	59,9	60,9	62,0	63,0	64,1	65,1	66,1
23	56,4	57,4	58,4	59,4	60,4	61,5	62,5	63,6	64,6	65,7
24	55,5	56,9	57,9	58,9	59,9	61,0	62,0	63,1	64,1	65,2
25	55,4	56,4	57,5	58,5	59,5	60,5	61,6	62,6	63,7	64,7
26	54,9	56,0	57,0	58,0	59,1	60,1	61,1	62,2	63,3	64,3
27	54,5	55,5	56,6	57,6	58,6	59,7	60,7	61,8	62,8	63,9
28	54,0	55,1	56,1	57,1	58,2	59,2	60,3	61,3	62,4	63,4
29	53,6	54,6	55,6	56,7	57,7	58,8	59,8	60,9	61,9	63,0
+ 30	53,1	54,1	55,2	56,2	57,3	58,3	59,4	60,4	61,5	62,5

Der Spiritus zeigt die Temperatur von ... in ° R.	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	Diesem scheinbaren Percentgehalte entspricht als wirklicher:									
— 20	82,7	83,6	84,4	85,3	86,2	87,0	87,9	88,8	89,7	90,5
19	82,4	83,3	84,1	85,0	85,8	86,7	87,6	88,5	89,4	90,2
18	82,0	82,9	83,8	84,6	85,5	86,4	87,3	88,2	89,1	89,9
17	81,7	82,6	83,4	84,3	85,2	86,1	87,0	87,9	88,7	89,6
16	81,3	82,2	83,1	84,0	84,9	85,8	86,6	87,5	88,4	89,3
15	81,0	81,9	82,8	83,7	84,5	85,4	86,3	87,2	88,1	89,0
14	80,7	81,6	82,4	83,3	84,2	85,1	86,0	86,9	87,8	88,7
13	80,3	81,2	82,1	83,0	83,9	84,8	85,7	86,6	87,5	88,4
12	80,0	80,9	81,8	82,7	83,6	84,5	85,4	86,3	87,2	88,1
11	79,6	80,5	81,4	82,4	83,3	84,2	85,1	86,0	86,9	87,8
10	79,3	80,2	81,1	82,0	82,9	83,8	84,8	85,7	86,6	87,5
9	78,8	79,9	80,8	81,7	82,6	83,5	84,4	85,4	86,3	87,2
8	78,6	79,5	80,5	81,4	82,3	83,2	84,1	85,0	86,0	86,9
7	78,2	79,2	80,1	81,1	82,0	82,9	83,8	84,7	85,7	86,6
6	77,9	78,8	79,8	80,7	81,1	82,6	83,5	84,4	85,4	86,3
5	77,6	78,5	79,5	80,4	81,3	82,2	83,2	84,1	85,0	86,0
4	77,2	78,2	79,1	80,1	81,0	81,9	82,9	83,8	84,7	85,7
3	76,9	77,8	78,8	79,7	80,7	81,6	82,5	83,5	84,4	85,3
2	76,5	77,5	78,4	79,4	80,3	81,3	82,2	83,1	84,1	85,0
1	76,2	77,1	78,1	79,0	80,0	80,9	81,9	82,8	83,8	84,7
0	75,8	76,8	77,8	78,7	79,7	80,6	81,6	82,5	83,5	84,4
+ 1	75,4	76,4	77,4	78,4	79,3	80,3	81,2	82,2	83,1	84,1
2	75,1	76,0	77,0	78,0	79,0	80,0	80,9	81,9	82,8	83,8
3	74,7	75,7	76,7	77,6	78,6	79,6	80,6	81,5	82,5	83,4
4	74,3	75,3	76,3	77,3	78,3	79,2	80,2	81,2	82,1	83,1
5	73,9	74,9	75,9	76,9	77,9	78,8	79,8	80,8	81,8	82,7
6	73,5	74,5	75,5	76,5	77,5	78,4	79,4	80,4	81,4	82,4
7	73,1	74,1	75,1	76,1	77,1	78,0	79,0	80,0	81,0	82,0
8	72,7	73,7	74,7	75,7	76,7	77,6	78,6	79,6	80,6	81,6
9	72,3	73,3	74,3	75,3	76,3	77,3	78,3	79,2	80,2	81,0
10	72,0	72,9	73,9	74,9	75,9	76,9	77,9	78,9	79,9	80,9
11	71,6	72,6	73,5	74,5	75,5	76,5	77,5	78,5	79,5	80,5
12	71,2	72,2	73,2	74,2	75,2	76,2	77,2	78,2	79,2	80,2
13	70,8	71,8	72,8	73,8	74,8	75,8	76,8	77,8	78,8	79,8
14	70,4	71,4	72,4	73,4	74,4	75,4	76,4	77,4	78,4	79,4
15	70,1	71,1	72,1	73,1	74,1	75,1	76,1	77,1	78,1	79,1
16	69,7	70,7	71,7	72,7	73,7	74,7	75,7	76,7	77,7	78,7
17	69,2	70,3	71,3	72,3	73,3	74,3	75,3	76,3	77,3	78,3
18	68,8	69,8	70,8	71,8	72,8	73,8	74,8	75,9	76,9	77,9
19	68,4	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4	74,4	75,5	76,5	77,5
20	68,0	69,0	70,0	71,0	72,1	73,1	74,1	75,1	76,1	77,2
21	67,6	68,6	69,6	70,6	71,7	72,7	73,7	74,7	75,8	76,8
22	67,1	68,2	69,2	70,2	71,2	72,3	73,3	74,3	75,3	76,4
23	66,7	67,7	68,7	69,7	70,8	71,8	72,8	73,9	74,9	76,0
24	66,2	66,2	68,3	69,3	70,3	71,4	72,4	73,4	74,5	75,5
25	65,8	66,8	67,9	68,9	69,9	71,0	72,0	73,0	74,1	75,1
26	65,4	66,4	67,4	68,5	69,5	70,5	71,6	72,6	73,7	74,7
27	65,0	66,0	67,0	68,1	69,1	70,1	71,2	72,2	73,3	74,3
28	64,5	65,5	66,6	67,6	68,7	69,7	70,7	71,8	72,9	73,9
29	64,0	65,1	66,1	67,2	68,2	69,3	70,3	71,4	72,4	73,5
+ 30	63,6	64,6	65,7	66,7	67,8	68,8	69,9	70,9	72,0	73,1

Der Spiritus zeigt die Temperatur von ... in ° R.	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	Diesem scheinbaren Percentgehalte entspricht als wirklicher:									
— 20	91,4	92,3	93,1	93,7	94,5	95,2	96,0	96,8	97,5	98,3
19	91,1	92,0	92,8	93,5	94,2	95,0	95,7	96,5	97,3	98,0
18	90,8	91,7	92,5	93,2	93,9	94,7	95,5	96,3	97,0	97,8
17	90,5	91,4	92,2	92,9	93,7	94,5	95,2	96,0	96,8	97,6
16	90,2	91,1	91,9	92,7	93,4	94,2	95,0	95,8	96,6	97,4
15	89,9	90,8	91,7	92,4	93,2	94,0	94,7	95,5	96,3	97,1
14	89,6	90,5	91,4	92,1	92,9	93,7	94,5	95,3	96,1	96,9
13	89,3	90,2	91,1	91,8	92,6	93,4	94,3	95,1	95,9	96,7
12	89,0	89,9	90,8	91,6	92,4	93,2	94,0	94,8	95,6	96,5
11	88,7	89,6	90,5	91,3	92,1	92,9	93,8	94,6	95,4	96,2
10	88,4	89,3	90,2	91,0	91,8	92,7	93,5	94,3	95,2	96,0
9	88,1	89,0	89,9	90,8	91,6	92,4	93,3	94,1	94,9	95,8
8	87,8	88,7	89,6	90,5	91,2	92,2	93,0	93,9	94,7	95,5
7	87,5	88,4	89,3	90,2	91,1	91,9	92,8	93,6	94,5	95,3
6	87,2	88,1	89,1	90,0	90,8	91,7	92,5	93,4	94,2	95,1
5	86,9	87,8	88,7	89,7	90,5	91,4	92,3	93,1	94,0	94,9
4	86,6	87,6	88,5	89,4	90,3	91,2	92,1	92,9	93,8	94,6
3	86,3	87,2	88,1	89,1	90,0	90,9	91,8	92,6	93,5	94,4
2	85,9	86,9	87,8	88,7	89,7	90,6	91,5	92,4	93,3	94,2
1	85,7	86,6	87,5	88,5	89,4	90,4	91,2	92,1	93,0	93,9
0	85,4	86,3	87,2	88,2	89,1	90,1	91,0	91,9	92,8	93,7
+ 1	85,0	86,0	86,9	87,8	88,8	89,7	90,7	91,6	92,5	93,4
2	84,7	85,7	86,6	87,5	88,5	89,4	90,4	91,3	92,2	93,1
3	84,4	85,4	86,3	87,2	88,2	89,1	90,1	91,0	91,9	92,8
4	84,1	85,0	86,0	86,9	87,9	88,8	89,8	90,7	91,6	92,6
5	83,7	84,7	85,6	86,6	87,5	88,5	89,4	90,4	91,3	92,3
6	83,3	84,3	85,3	86,2	87,2	88,1	89,1	90,0	91,0	92,0
7	82,9	83,9	84,9	85,9	86,8	87,8	88,8	89,7	90,7	91,7
8	82,5	83,5	84,5	85,5	86,5	87,5	88,4	89,4	90,4	91,4
9	82,2	83,2	84,2	85,1	86,1	87,1	88,1	89,1	90,1	91,1
10	81,8	82,8	83,8	84,8	85,8	81,8	87,8	88,8	89,9	90,8
11	81,5	82,5	83,5	84,5	85,5	86,5	87,5	88,5	89,5	90,5
12	81,2	82,2	83,1	84,1	85,1	86,1	87,1	88,1	89,1	90,1
13	80,8	81,8	82,8	83,8	84,8	85,8	86,8	87,8	88,8	89,8
14	80,4	81,5	82,5	83,5	84,5	85,5	86,5	87,5	88,5	89,5
15	80,1	81,1	82,1	83,1	84,2	85,2	86,2	87,2	88,2	89,2
16	79,7	80,7	81,7	82,7	83,8	84,8	85,8	86,8	87,9	88,9
17	79,3	80,3	81,3	82,4	83,4	84,4	85,5	86,5	87,5	88,5
18	78,9	79,9	81,0	82,0	83,0	84,1	85,1	86,1	87,2	88,2
19	78,6	79,6	80,6	81,7	82,7	83,7	84,7	85,8	86,8	87,9
20	78,2	79,2	80,3	81,3	82,3	83,4	84,4	85,4	86,5	87,6
21	77,8	78,9	79,9	81,0	82,0	83,0	84,1	85,1	86,2	87,2
22	77,4	78,5	79,5	80,6	81,6	82,7	83,7	84,7	85,8	86,9
23	77,0	78,0	79,1	80,1	81,2	82,2	83,3	84,4	85,4	86,5
24	76,6	77,6	78,7	79,7	80,3	81,8	82,9	83,9	85,0	86,1
25	76,2	77,2	78,3	79,3	80,4	81,5	82,5	83,6	84,7	85,8
26	75,8	76,8	77,9	78,9	80,0	81,1	82,2	83,2	84,3	85,4
27	75,4	76,4	77,5	78,6	79,6	80,7	81,8	82,9	83,9	85,0
28	75,0	76,0	77,1	78,2	79,2	80,3	81,4	82,5	83,6	84,7
29	74,5	75,6	76,7	77,8	78,8	79,9	81,0	82,1	83,2	84,3
+ 30	74,1	75,2	76,3	77,3	78,4	79,5	80,6	81,7	82,8	83,9

Der Spiritus zeigt die Temperatur von ... in ° R.	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
	Diesem scheinbaren Percentgehalte entspricht als wirklicher:									
— 20	99,1	99,9								
19	98,8	99,6								
18	98,6	99,4								
17	98,4	99,2	100,0							
16	98,2	99,0	99,8							
15	97,9	98,8	99,6							
14	97,7	98,5	99,4							
13	97,5	98,3	99,1	100,0						
12	97,3	98,1	98,9	99,7						
11	97,0	97,9	98,7	99,5						
10	96,8	97,7	98,5	99,3						
9	96,6	97,4	98,3	99,1	99,9					
8	96,4	97,2	98,0	98,9	99,7					
7	96,1	97,0	97,8	98,7	99,5					
6	95,9	96,8	97,6	98,4	99,3					
5	95,7	96,5	97,4	98,2	99,1	99,9				
4	95,5	96,3	97,2	98,0	98,9	99,7				
3	95,3	96,1	97,0	97,8	98,7	99,5				
2	95,1	95,9	96,8	97,6	98,5	99,3				
1	94,8	95,7	96,5	97,4	98,2	99,1	99,9			
0	94,6	95,5	96,4	97,2	98,1	99,0	99,8			
+ 1	94,3	95,2	96,1	97,0	97,9	98,7	99,6			
2	94,1	95,0	95,9	96,8	97,6	98,5	99,4			
3	93,8	94,7	95,6	96,5	97,4	98,3	99,2			
4	93,5	94,4	95,4	96,3	97,2	98,1	99,0	99,9		
5	93,2	94,2	95,1	96,0	96,9	97,8	98,8	99,7		
6	92,9	93,9	94,8	95,8	96,7	97,6	98,5	99,5		
7	92,6	93,6	94,6	95,5	96,4	97,4	98,3	99,2		
8	92,3	93,3	94,3	95,3	96,2	97,1	98,1	99,0	99,9	
9	92,1	93,0	94,0	95,0	95,9	96,9	97,8	98,8	99,7	
10	91,7	92,7	93,7	94,7	95,7	96,6	97,6	98,6	99,5	
11	91,4	92,4	93,4	94,4	95,4	96,4	97,4	98,3	99,3	
12	91,1	92,1	93,1	94,1	95,1	96,1	97,1	98,1	99,1	
13	90,8	91,8	92,8	93,8	94,8	95,8	96,9	97,9	98,9	99,9
14	90,5	91,5	92,5	93,5	94,5	95,5	96,6	97,6	98,7	99,7
15	90,2	91,2	92,2	93,2	94,2	95,2	96,3	97,4	98,4	99,5
16	89,9	90,9	91,9	92,9	93,9	94,9	96,0	97,1	98,2	99,3
17	89,6	90,6	91,6	92,6	93,6	94,7	95,7	96,8	97,9	99,0
18	89,3	90,3	91,3	92,3	93,4	94,4	92,4	96,6	97,7	98,8
19	89,0	90,0	91,1	92,1	93,1	94,1	95,1	96,3	97,4	98,6
20	88,6	89,7	90,8	91,8	92,8	93,9	94,9	96,0	97,2	98,3
21	88,3	89,4	90,4	91,5	92,5	93,6	94,7	95,8	96,9	98,1
22	88,0	89,0	90,1	91,2	92,2	93,3	94,4	95,5	96,7	97,7
23	87,6	88,7	89,9	90,8	91,9	93,0	94,1	95,2	96,4	97,6
24	87,2	88,3	89,3	90,4	91,5	92,7	93,8	94,9	96,1	97,3
25	86,9	87,9	89,0	90,1	91,3	92,4	93,5	94,6	95,8	97,1
26	86,5	87,6	88,7	89,8	90,9	92,1	93,2	94,4	95,6	96,8
27	86,1	87,2	88,4	89,5	90,6	91,7	92,9	94,0	95,2	96,3
28	85,8	86,9	88,0	89,1	90,3	91,4	92,6	93,7	94,9	96,0
29	85,4	86,5	87,7	88,8	89,9	91,1	92,2	93,4	94,6	95,7
+ 30	85,0	86,2	87,3	88,5	89,6	90,8	91,9	93,1	94,3	95,4

Tabelle XI.

Ueber die beim Mischen weingeistiger Flüssigkeiten mit Wasser stattfindende Zusammenziehung oder Ausdehnung nach Brix.

Mischung.	100 %	90 %	80 %	70 %	60 %	50 %	40 %	30 %	20 %	10 %	
5	+ 6,14	+ 3,65	+ 2,09	+ 0,92	+ 0,18	− 0,63	− 0,95	− 0,87	− 0,48	− 0,10	
10	7,14	4,55	2,89	1,62	0,68	0,12	0,55	0,57	0,28	+ 1,21	95
15	7,94	5,27	3,53	2,18	1,10	+ 0,27	0,23	0,33	− 0,12	2,08	90
20	8,54	5,81	4,01	2,60	1,46	0,57	+ 0,01	0,15	+ 0,69	2,85	85
25	8,90	6,06	4,30	2,85	1,67	0,75	0,15	− 0,03	1,30	3,53	80
30	9,04	6,26	4,41	2,95	1,76	0,82	0,21	+ 0,52	1,89	4,18	75
35	8,88	6,12	4,28	2,84	1,67	0,74	+ 0,15	1,04	2,47	4,86	70
40	8,51	5,79	3,99	2,58	1,44	0,56	+ 0,46	1,56	3,06	5,48	65
45	7,98	5,31	3,56	2,21	1,13	+ 0,29	0,90	2,06	3,62	6,11	60
50	+ 7,40	+ 4,78	+ 3,10	+ 1,80	+ 0,78	+ 0,39	+ 1,35	+ 2,58	+ 4,21	+ 6,76	55
				Fortsetzung		60 %	70 %	80 %	90 %	100 %	Mischung.

Tabelle XII zur Bestimmung der erforderlichen Wassermenge, um daraus eine schwächere Wein

Mischung.	100 %	99 %	98 %	97 %	96 %	95 %	94 %	93 %	92 %	91 %
26	293,5	289,3	285,1	281,0	276,8	272,7	268,6	264,5	260,4	256,4
27	279,4	275,3	271,2	267,2	263,2	259,2	255,3	251,3	247,4	244,5
28	266,2	262,2	258,3	254,4	250,5	246,7	242,9	239,0	235,2	231,4
29	253,8	250,0	246,2	242,5	238,7	235,0	231,3	227,6	223,9	220,2
30	242,4	238,7	235,0	231,3	227,7	224,1	220,5	216,9	213,4	209,8
31	231,6	228,0	224,4	220,9	217,4	213,9	210,4	206,9	203,5	200,0
32	221,5	218,0	214,5	211,1	207,7	204,3	200,9	197,5	194,2	190,8
33	212,0	208,6	205,2	201,9	198,5	195,2	192,0	188,7	185,4	182,2
34	203,0	199,7	196,4	193,2	189,9	186,7	183,5	180,4	177,2	174,0
35	194,6	191,4	188,2	185,0	181,8	178,7	175,6	172,5	169,4	166,3
36	186,6	183,5	180,3	177,3	174,2	171,1	168,1	165,1	162,1	159,1
37	179,1	176,0	172,9	169,9	166,9	163,9	161,0	158,0	155,1	152,2
38	171,9	168,9	165,9	162,9	160,0	157,1	154,2	151,4	148,5	145,6
39	165,0	162,1	159,2	156,3	153,5	150,6	147,8	145,0	142,2	139,4
40	158,5	155,6	152,8	150,0	147,2	144,4	141,7	139,0	136,2	133,5
41	152,3	149,5	146,7	144,0	141,3	138,5	135,9	133,2	130,5	127,9
42	146,4	143,7	141,0	138,3	135,6	132,9	130,3	127,7	125,1	122,5
43	140,8	138,1	135,4	132,8	130,2	127,6	125,0	122,4	119,9	117,3
44	135,4	132,7	130,1	127,5	125,0	122,4	119,9	117,4	114,9	112,4
45	130,2	127,6	125,1	122,5	120,0	117,5	115,1	112,6	110,2	107,7
46	125,3	122,7	120,2	117,7	115,3	112,8	110,4	108,8	105,6	103,2
47	120,5	118,0	115,6	113,1	110,7	108,3	106,0	103,6	101,3	98,9
48	116,0	113,6	111,1	108,7	106,4	104,0	101,7	99,4	97,1	94,8
49	111,6	109,2	106,8	104,5	102,2	99,9	97,6	95,3	93,1	90,8
50	107,4	105,0	102,7	100,4	98,1	95,9	93,6	91,4	89,2	87,0
51	103,3	101,0	98,7	96,5	94,2	92,0	89,8	87,6	85,5	83,3
52	99,4	97,2	94,9	92,7	90,5	88,3	86,2	84,0	81,9	79,7
53	95,7	93,4	91,2	89,1	86,9	84,8	82,6	80,5	78,4	76,3
54	92,1	89,9	87,7	85,6	83,4	81,3	79,2	77,2	75,1	73,0
55	88,6	86,4	84,3	82,8	80,1	78,0	76,0	73,9	71,9	69,9
56	85,2	83,1	81,0	78,9	76,8	74,8	72,8	70,8	68,8	66,8
57	81,9	79,8	77,8	75,7	73,7	71,7	69,7	67,7	65,8	63,8
58	78,8	76,7	74,7	72,7	70,7	68,7	66,7	64,8	62,9	60,9
59	75,7	73,7	71,7	69,7	67,7	65,8	63,9	62,0	60,1	58,2
60	72,8	70,8	68,8	66,8	64,9	63,0	61,1	59,2	57,3	55,5
61	69,9	67,9	66,0	64,1	62,2	60,3	58,4	56,6	54,7	52,9
62	67,2	65,2	63,3	61,4	59,5	57,6	55,8	54,0	52,2	50,4
63	64,5	62,5	60,6	58,8	56,9	55,1	53,3	51,5	49,7	47,9
64	61,9	59,9	58,1	56,2	54,4	52,6	50,8	49,0	47,3	45,5
65	59,3	57,4	55,6	53,8	52,0	50,2	48,4	46,7	45,0	43,2
66	56,9	55,0	53,2	51,4	49,6	47,9	46,1	44,4	42,7	41,0
67	54,5	52,6	50,8	49,1	47,3	45,6	43,9	42,2	40,5	38,8
68	52,1	50,3	48,6	46,8	45,1	43,4	41,7	40,0	38,4	36,7
69	49,9	48,1	46,4	44,6	42,9	41,2	39,6	37,9	36,3	34,6
70	47,7	45,9	44,2	42,5	40,8	39,1	37,5	35,9	34,3	32,6
71	45,5	43,8	42,1	40,4	38,7	37,1	35,5	33,9	32,3	30,7
72	43,5	41,7	40,1	38,4	36,7	35,1	33,5	32,0	30,4	28,8
73	41,4	39,7	38,1	36,4	34,8	33,2	31,6	30,1	28,5	26,9
74	39,5	37,8	36,1	34,5	32,9	31,3	29,8	28,2	26,7	25,1
75	37,5	35,8	34,2	32,6	31,0	29,5	27,9	26,4	24,9	23,4

die man auf 100 Liter eines starken Weingeistes zusetzen muß, geistsorte zu bereiten (nach Brix).

Mischung.	90 %	89 %	88 %	87 %	86 %	85 %	84 %	83 %	82 %	81 %
26	252,3	248,2	244,2	238,1	236,1	232,1	228,1	224,0	220,0	216,0
27	239,6	235,6	231,7	227,8	223,9	220,0	216,1	212,3	208,4	204,5
28	227,7	223,9	220,1	216,3	212,6	208,8	205,1	201,3	197,6	193,8
29	216,6	212,9	209,3	205,6	202,0	198,4	194,7	191,1	187,5	183,9
30	206,3	202,7	199,2	195,6	192,1	188,6	185,1	181,6	178,1	174,6
31	196,6	193,1	189,7	186,3	182,9	179,4	176,0	172,6	169,2	165,8
32	187,5	184,1	180,8	177,5	174,2	170,9	167,6	164,3	161,0	157,7
33	178,9	175,7	172,4	169,2	166,0	162,8	159,6	156,4	153,2	150,0
34	170,9	167,7	164,6	161,4	158,3	155,2	152,0	148,9	145,8	142,7
35	163,3	160,2	157,1	154,1	151,0	148,0	144,9	141,9	138,9	135,9
36	156,1	153,1	150,1	147,1	144,2	141,2	138,2	135,3	132,4	129,4
37	149,3	146,3	143,4	140,5	137,7	134,8	131,9	129,0	126,1	123,3
38	142,8	139,9	137,1	134,3	131,5	128,7	125,8	123,0	120,3	117,5
39	136,6	133,9	131,1	128,3	125,6	122,9	120,1	117,4	114,7	111,9
40	130,8	128,1	125,4	122,7	120,0	117,3	114,6	112,0	109,3	106,7
41	125,2	122,6	119,9	117,3	114,7	112,1	109,4	106,8	104,2	101,6
42	119,9	117,3	114,7	112,2	109,6	107,0	104,5	101,9	99,4	96,9
43	114,8	112,3	109,8	107,2	104,7	102,2	99,7	97,2	94,8	92,3
44	109,9	107,5	105,0	102,5	100,1	97,6	95,2	92,8	90,3	87,9
45	105,3	102,9	100,5	98,0	95,7	93,3	90,9	88,5	86,1	83,7
46	100,9	98,5	96,1	93,7	91,4	89,1	86,7	84,4	82,0	79,7
47	96,6	94,3	91,9	89,6	87,3	85,0	82,7	80,4	78,2	75,9
48	92,5	90,2	87,9	85,7	83,4	81,2	78,9	76,7	74,4	72,2
49	88,6	86,3	84,1	81,9	79,7	77,4	75,2	73,0	70,8	68,6
50	84,8	82,6	80,4	78,2	76,0	73,9	71,7	69,5	67,4	65,2
51	81,1	79,0	76,8	74,7	72,6	70,4	68,3	66,2	64,1	62,0
52	77,6	75,5	73,4	71,3	69,2	67,1	65,0	62,9	60,9	58,8
53	74,2	72,2	70,1	68,0	66,0	63,9	61,9	59,8	57,8	55,8
54	71,0	68,9	66,9	64,9	62,9	60,9	58,8	56,8	54,8	52,8
55	67,8	65,8	63,8	61,8	59,9	57,9	55,9	53,9	52,0	50,0
56	64,8	62,8	60,9	58,9	56,9	55,0	53,1	51,1	49,2	47,3
57	61,9	59,9	58,0	56,1	54,1	52,2	50,3	48,4	46,5	44,6
58	59,0	57,1	55,2	53,3	51,4	49,5	47,7	45,8	43,9	42,1
59	56,3	54,4	52,5	50,7	48,8	47,0	45,1	43,3	41,4	39,6
60	53,6	51,8	49,9	48,1	46,3	44,4	42,6	40,8	39,0	37,2
61	51,0	49,2	47,4	45,6	43,8	42,0	40,2	38,4	36,7	34,9
62	48,6	46,8	45,0	43,2	41,4	39,7	37,9	36,1	34,4	32,6
63	46,1	44,4	42,6	40,8	39,1	37,4	35,6	33,9	32,2	30,5
64	43,8	42,0	40,3	38,6	36,9	35,2	33,4	31,7	30,0	28,4
65	41,5	39,8	38,1	36,4	34,7	33,0	31,3	29,6	28,0	26,3
66	39,3	37,6	35,9	34,2	32,6	30,9	29,2	27,6	26,0	24,3
67	37,1	35,5	33,8	32,2	30,5	28,9	27,2	25,6	24,0	22,4
68	35,0	33,4	31,8	30,1	28,5	26,9	25,3	23,7	22,1	20,5
69	33,0	31,4	29,8	28,2	26,6	25,0	23,4	21,8	20,2	18,7
70	31,0	29,4	27,8	26,2	24,7	23,1	21,5	20,0	18,4	16,9
71	29,1	27,5	26,0	24,4	22,8	21,3	19,7	18,2	16,7	15,1
72	27,2	25,7	24,1	22,6	21,1	19,5	18,0	16,5	15,0	13,5
73	25,4	23,9	22,3	20,8	19,3	17,8	16,3	14,8	13,3	11,8
74	23,6	22,1	20,6	19,1	17,6	16,1	14,6	13,1	11,7	10,2
75	21,9	20,4	18,9	17,4	15,9	14,5	13,0	11,5	10,1	8,6

Mischung weingeistiger Flüssigkeiten mit Wasser.

Mischung.	80 %	79 %	78 %	77 %	76 %	75 %	74 %	73 %	72 %	71 %
26	212,0	208,0	204,0	200,0	196,0	192,0	188,0	184,0	180,1	176,1
27	200,7	196,8	192,9	189,1	185,2	181,4	177,5	173,7	169,8	166,0
28	190,1	186,4	182,6	178,9	175,2	171,5	167,8	164,0	160,3	156,6
29	180,3	176,7	173,1	169,4	165,8	162,3	158,7	155,1	151,5	147,9
30	171,1	167,6	164,1	160,6	157,1	153,6	150,2	146,7	143,2	139,7
31	162,5	159,1	155,7	152,3	148,9	145,6	142,2	138,8	135,5	132,1
32	154,4	151,1	147,8	144,5	141,3	138,0	134,7	131,5	128,2	124,9
33	146,8	143,6	140,4	137,2	134,0	130,9	127,7	124,5	121,3	118,2
34	139,6	136,5	133,4	130,3	127,2	124,1	121,1	118,0	114,9	111,8
35	132,8	129,9	126,8	123,8	120,8	117,8	114,8	111,8	108,8	105,8
36	126,5	123,6	120,6	117,7	114,8	111,8	108,9	106,0	103,1	100,2
37	120,4	117,6	114,7	111,9	109,0	106,2	103,3	100,5	97,6	94,8
38	114,7	111,9	109,1	106,3	103,5	100,8	98,0	95,2	92,4	89,7
39	109,2	106,5	103,8	101,1	98,3	95.6	92,9	90,2	87,5	84,8
40	104,0	101,4	98,7	96,0	93,4	90,8	88,1	85,5	82,8	80,2
41	99,0	96,5	93,9	91,3	88,7	86,1	83,5	81,0	78,4	75,8
42	94,3	91,8	89,3	86,7	84,2	81,7	79,2	76,6	74,1	71,6
43	89,8	87,3	84,8	82,4	79,9	77,4	75,0	72,5	70,1	67,6
44	85,5	83,1	80,6	78,2	75,8	73,4	71,0	68,6	66,2	63,8
45	81,3	79,0	76,6	74,2	71,9	69,5	67,2	64,8	62,5	60,1
46	77,4	75,1	72,8	70,4	68,1	65,8	63,5	61,2	58,9	56,6
47	73,6	71,3	69,1	66,8	64,5	62,3	60,0	57,7	55,5	53,2
48	70,0	67,8	65,5	63,3	61,1	58,9	56,6	54,4	52,2	50,0
49	66,5	64,3	62,1	59,9	57,7	55,6	53,4	51,2	49,1	46,9
50	63,1	61,0	58,8	56,7	54,5	52,4	50,3	48,2	46,0	43,9
51	59,8	57,8	55,7	53,6	51,5	49,4	47,3	45,2	43,1	41,0
52	56,7	54,7	52,6	50,6	48,5	46,4	44,4	42,3	40,3	38,3
53	53,7	51,7	49,7	47,7	45,6	43,6	41,6	39,6	37,6	35.6
54	50,8	48,9	46,9	44,9	42,9	40,9	38,9	37,0	35,0	33,0
55	48,0	46,1	44,1	42,2	40,2	38,3	36,4	34,4	32,5	30,6
56	45,3	43,4	41,5	39,6	37,7	35,8	33,9	32,0	30,1	28,2
57	42,7	40,9	39,0	37,1	35,2	33,3	31,4	29,6	27,7	25,8
58	40.2	38,4	36,5	34,6	32,8	31,0	29,1	27,3	25,4	23,6
59	37,8	36,0	34,1	32,3	30,5	28,7	26,8	25,0	23,2	21,4
60	35,4	33,6	31,8	30,0	28,2	26,4	24,7	22,9	21,1	19,3
61	33,1	31,4	29,6	27,8	26,1	24,3	22,5	20,8	19,1	17,4
62	30,9	29,2	27,4	25,7	24,0	22,2	20,5	18,8	17,1	15,3
63	28,7	27,1	25,3	23,6	21,9	20,2	18,5	16,8	15,1	13,4
64	26.7	25,0	23,3	21,6	19,9	18,3	16,6	14,9	13,2	11,6
65	24,6	23,0	21,3	19,7	18,0	16,4	14,7	13,1	11,4	9,8
66	22,7	21,0	19,4	17,8	16,1	14,5	12,9	11,3	9,6	8,0
67	20,8	19,2	17,5	15,9	14,3	12,7	11,1	9,5	7,9	6,3
68	18,9	17,3	15,7	14,1	12,5	11,0	9,4	7,8	6,3	4,7
69	17,1	15,5	14,0	12,4	10,8	9,3	7,7	6,2	4,6	3,1
70	15,3	13,8	12,2	10,7	9,2	7,6	6,1	4,6	3,0	1,5
71	13,6	12,1	10,6	9,0	7,5	6,0	4,5	3,0	1,5	
72	11,9	10,5	8,9	7,4	6,0	4,5	3,0	1,5	1,4	79
73	10,3	8,9	7,4	5,9	4,4	2,9	1,5	1,4	2,8	78
74	8,7	7,3	5,8	4,4	2,9	1,5	1,4	2,8	4,2	77
75	7,2	5,8	4,3	2,9	1,4	1,4	2,8	4,3	5,7	76
				Fortsetzung		77 %	78 %	79 %	80 %	Mischung.

Mischung weingeistiger Flüssigkeiten mit Wasser.

Mischung.	70 %	69 %	68 %	67 %	66 %	65 %	64 %	63 %	62 %	61 %
26	172,1	168,1	164,2	160,2	156,2	152,2	148,3	144,3	140,4	136,4
27	162,2	158,3	154,5	150,7	146,8	143,0	139,2	135,4	131,6	127,8
28	152,9	149,2	145,5	141,8	138,1	134,4	130,8	127,1	123,4	119,7
29	144,3	140,7	137,2	133,6	130,0	126,4	122,9	119,3	115,8	112,2
30	136,3	132,8	129,4	125,9	122,4	119,0	115,5	112,1	108,6	103,2
31	128,7	125,4	122,0	118,7	115,3	112,1	108,6	105,3	102,0	98,6
32	121,7	118,4	115,2	111,9	108,7	105,4	102,2	98,9	95,7	92,5
33	115,0	111,8	108,7	105,5	102,4	99,2	96,1	92,9	89,8	86,7
34	108,8	105,7	102,6	99,5	96,5	93,4	90,4	87,3	84,3	81,2
35	102,8	99,8	96,9	93,9	90,9	87,9	85,0	82,0	79,0	76,0
36	97,3	94,3	91,4	88,5	85,6	82,7	79,9	77,0	74,1	71,1
37	92,0	89,1	86,3	83,5	80,6	77,8	75,0	72,2	69,4	66,6
38	86,9	84,2	81,4	78,7	75,9	73,2	70,4	67,7	64,9	62,2
39	82,1	79,4	76,8	74,1	71,4	68,7	66,0	63,4	60,7	58,0
40	77,6	75,0	72,3	69,7	67,1	64,5	61,9	59,3	56,6	54,0
41	73,2	70,7	68,1	65,6	63,0	60,5	57,9	55,4	52,8	50,3
42	69,1	66,6	64,1	61,6	59,1	56,6	54,1	51,6	49,1	46,7
43	65,2	62,6	60,3	57,8	55,4	52,9	50,5	48,1	45,6	43,2
44	61,4	59,0	56,6	54,2	51,8	49,4	47,0	44,7	42,3	39,9
45	57,8	55,4	53,1	50,7	48,4	46,1	43,8	41,4	39,1	36,8
46	54,3	52,0	49,7	47,4	45,1	42,9	40,6	38,3	36,0	33,8
47	51,0	48,7	46,5	44,3	42,0	39,8	37,6	35,3	33,1	30,9
48	47,8	45,6	43,4	41,2	39,0	36,8	34,6	32,5	30,3	28,1
49	44,7	42,6	40,4	38,3	36,1	34,0	31,8	29,7	27,6	25,4
50	41,8	39,7	37,6	35,5	33,4	31,3	29,2	27,1	25,0	22,9
51	39,0	36,9	34,8	32,7	30,7	28,6	26,6	24,5	22,4	20,4
52	36,2	34,2	32,2	30,1	28,1	26,1	24,1	22,0	20,0	18,0
53	33,6	31,6	29,6	27,6	25,6	23,6	21,7	19,7	17,7	15,7
54	31,1	29,1	27,2	25,2	23,2	21,3	19,3	17,4	15,5	13,5
55	28,6	26,7	24,8	22,9	20,9	19,0	17,1	15,2	13,3	11,4
56	26,3	24,4	22,5	20,6	18,7	16,8	14,9	13,1	11,1	9,3
57	24,0	22,1	20,3	18,4	16,6	14,7	12,9	11,0	9,2	7,3
58	21,8	19,9	18,1	16,3	14,5	12,6	10,8	9,0	7,2	5,4
59	19,6	17,8	16,0	14,2	12,5	10,7	8,9	7,1	5,3	3,5
60	17,6	15,8	14,0	12,3	10,5	8,7	7,0	5,2	3,5	1,7
61	15,6	13,8	12,1	10,4	8,6	6,9	5,2	3,4	1,7	
62	13,6	11,9	10,2	8,5	6,8	5,1	3,4	1,7	1,3	89
63	11,7	10,1	8,4	6,7	5,0	3,3	1,7	1,3	2,6	88
64	9,9	8,3	6,6	4,9	3,3	1,6	1,3	2,6	3,9	87
65	8,1	6,5	4,9	3,2	1,6	1,3	2,5	3,9	5,2	86
66	6,4	4,8	3,2	1,6	1,3	2,6	3,9	5,2	6,6	85
67	4,8	3,2	1,6	1,3	2,6	3,9	5,3	6,6	8,0	84
68	3,1	1,6	1,3	2,7	4,0	5,3	6,7	8,0	9,4	83
69	1,5	1,3	2,7	4,0	5,4	6,5	8,1	9,4	10,8	82
	1,3	2,7	4,0	5,4	6,8	8,1	9,5	10,9	12,3	81
1,4	2,7	4,1	5,5	6,8	8,2	9,6	11,0	12,4	13,8	80
2,7	4,1	5,5	6,9	8,3	9,7	11,1	12,5	13,9	15,3	79
4,2	5,6	7,0	8,4	9,8	11,2	12,6	14,0	15,5	16,9	78
5,6	7,0	8,4	9,9	11,3	12,7	14,2	15,6	17,1	18,5	77
7,1	8,5	10,0	11,4	12,9	14,3	15,8	17,2	18,7	20,2	76
81 %	82 %	83 %	84 %	85 %	86 %	87 %	88 %	89 %	90 %	Mischung.

Mischung weingeistiger Flüssigkeiten mit Wasser.

Mischung.	60 %	59 %	58 %	57 %	56 %	55 %	54 %	53 %	52 %	51 %
26	132,5	128,5	124,6	120,6	116,7	112,7	108,8	104,9	100,9	97,0
27	123,9	120,1	116,3	112,5	108,7	104,9	101,1	97,3	93,6	89,8
28	116,0	112,3	108,7	105,0	101,3	97,7	94,0	90,3	86,7	83,0
29	108,6	105,1	101,5	98,0	94,4	90,9	87,4	83,8	80,3	76,8
30	101,8	98,3	94,9	91,4	88,0	84,6	81,2	77,7	74,3	70,9
31	95,3	92,0	88,6	85,3	82,0	78,7	75,3	72.0	68,7	65,4
32	89,2	86,0	82,8	79,6	76,3	73,1	69,9	66,7	63,5	60,3
33	83,5	80,4	77,3	74,1	71.0	67,9	64,8	61,6	58,5	55,4
34	78,2	75,1	72,1	69,0	66,0	63,0	59,9	56,9	53,9	50,8
35	73,1	70,1	67,2	64,2	61,3	58,3	55,4	52,4	49,5	46,5
36	68,3	65,4	62,5	59,7	56,8	53,9	51,1	48,2	45,3	42,5
37	63,8	61,0	58,2	55,4	52,6	49,8	47,0	44,2	41,4	38,6
38	59,5	56,7	54,0	51,3	48,5	45,8	43,1	40,4	37,7	34,9
39	55,4	52,7	50,0	47,4	44,7	42,0	39,4	36,8	34,1	31,5
40	51,5	48,8	46,2	43,7	41,1	38,5	35,9	33,3	30,7	28,1
41	47,7	45,2	42,7	40,1	37,6	35,1	32,5	30,0	27,5	25,0
42	44,2	41,7	39,2	36,8	34,3	31,8	29,3	26,9	24,4	22,0
43	40,8	38,4	36,0	33,5	31,1	28,7	26,3	23,9	21,5	19,1
44	37,6	35,2	32,8	30,4	28,1	25,7	23,4	21,0	18,7	16,3
45	34,5	32,1	29,8	27,5	25,2	22,9	20,6	18,3	16,0	13,7
46	31,5	29,2	27,0	24,7	22,4	20,2	17,9	15,7	13,4	11,2
47	28,7	26,4	24,2	22,0	19,8	17,6	15,4	13,2	11,0	8,8
48	25,9	23,7	21,6	19,4	17,2	15,1	12,9	10,8	8,6	6,4
49	23,3	21,2	19,0	16,9	14,8	12,7	10,5	8,4	6,3	4,2
50	20,8	18,7	16,6	14,5	12,4	10,4	8,3	6,2	4,1	2,1

51	18,3	16,3	14,2	12,2	10,2	8,1	6,1	4,1	2,0	
52	16,0	14,0	12,0	10,0	8,0	6,0	4,0	2,0	1,3	99
53	13,8	11,8	9,8	7,8	5,9	3,9	1,9	1,3	2,6	98
54	11,6	9,6	7,7	5,8	3,9	1,9	1,3	2,6	3,9	97
55	9,5	7,6	5,7	3,8	1,9	1,3	2,5	3,8	5,2	96
56	7,5	5,6	3,7	1,9	1,2	2,5	3,8	5,1	6,5	95
57	5,5	3,7	1,8	1,2	2,5	3,8	5,1	6,4	7,8	94
58	3,6	1,8	1,3	2,5	3,8	5,1	6,4	7,7	9,1	93
59	1,8	1,2	2,5	3,8	5,1	6,4	7,7	9,1	10,5	92
	1,3	2,5	3,8	5,1	6,4	7,7	9,0	10,4	11,8	91
1,3	2,5	3,8	5,1	6,4	7,7	9,0	10,4	11,8	13,2	90
2,5	3,8	5,1	6,4	7,7	9,0	10,4	11,8	13,2	14,6	89
3,8	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,8	13,2	14,7	16,1	88
5,2	6,5	7,8	9,1	10,5	11,8	13,2	14,6	16,0	17,5	87
6,5	7,8	9,1	10,5	11,9	13,2	14,6	16,1	17,5	19,0	86
7,9	9,2	10,6	11,9	13,3	14,7	16,1	17,5	19,0	20,5	85
9,3	10,7	12,0	13,4	14,8	16,2	17,6	19,1	20,5	22,0	84
10,7	12,1	13,5	14,9	16,3	17,2	19,1	20,6	22,1	23,6	83
12,2	13,6	15,0	16,4	17,8	19,2	20,7	22,2	23,7	25,2	82
13,7	15,1	16,5	17,9	19,4	20,8	22,3	23,8	25,3	26,8	81
15,2	16,6	18,1	19,5	20,9	22,4	23,9	25,4	27,0	28,5	80
16,7	18,2	19,6	21,1	22,6	24,0	25,6	27,1	28,6	30,2	79
18,4	19,8	21,3	22,8	24,2	25,7	27,3	28,8	30,4	32,0	78
20,0	21,5	23,0	24,4	25,9	27,5	29,0	30,6	32,2	33,8	77
21,7	23,2	24,7	26,2	27,7	29,2	30,8	32,4	34,0	35,6	76
91 %	92 %	93 %	94 %	95 %	96 %	97 %	98 %	99 %	100 %	Mischung.

Tabelle XIII.

zur Bestimmung des wahren Volumens weingeistiger Flüssigkeiten aus dem scheinbaren Volumen bei verschiedenen Wärme-Graden (nach Brix).

Wärme-Grade R.	30—31	32—33	34—35	36—37	38—39	40—42	43—45	46—48	49—51	52—54
	Reduktionsfaktoren für obige Weingeiststärken.									
— 15	1,0130	1,0143	1,0155	1,0170	1,0186	1,0204	1,0221	1,0234	1,0246	1,0255
14	0127	0139	0151	0166	0181	0198	0214	0226	0238	0246
13	0124	0135	0147	0161	0176	0192	0207	0218	0230	0237
12	0120	0131	0143	0156	0171	0186	0200	0210	0221	0228
11	0116	0127	0139	0151	0165	0179	0192	0202	0212	0219
— 10	0112	0123	0134	0146	0159	0172	0184	0194	0203	0210
9	0108	0119	0129	0141	0153	0165	0177	0186	0195	0202
8	0104	0115	0124	0135	0147	0158	0177	0178	0187	0193
7	0100	0110	0119	0129	0141	0151	0162	0170	0178	0184
6	0096	0105	0114	0123	0134	0144	0154	0162	0139	0175
5	0092	0100	0108	0117	0127	0137	0146	0154	0160	0166
4	0088	0095	0103	0112	0121	0130	0138	0146	0151	0157
3	0084	0090	0098	0106	0114	0123	0130	0134	0142	0148
2	0079	0085	0093	0100	0107	0116	0122	0129	0133	0138
— 1	0074	0080	0087	0094	0101	0108	0114	0120	0124	013
0	0069	0075	0081	0088	0094	0100	0106	0111	0115	012
+ 1	0064	0070	0075	0082	0087	0092	0098	0103	0106	011
2	0059	0065	0069	0075	0080	0084	0000	0094	0097	010
3	0054	0059	0063	0068	0073	0076	0081	0085	0088	008
4	0048	0053	0057	0061	0065	0068	0072	0076	0079	008
5	0042	0047	0051	0054	0057	0060	0063	0067	0070	007
6	0037	0041	0045	0047	0050	0052	0055	0058	0061	006
7	0032	0035	0038	0040	0043	0044	0047	0049	0052	005
8	0027	0029	0031	0033	0035	0036	0039	0040	0043	004
9	0021	0023	0024	0026	0027	0028	0030	0031	0034	003
10	0015	0016	0017	0018	0019	0020	0021	0022	0024	002
+ 11	0009	0010	0010	0011	0011	0012	0013	0013	0014	001
12	0003	0003	0003	0003	0004	0004	0004	0004	0005	000
13	0,9997	0,9997	0,9996	0,9996	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,999
14	9991	9990	9989	9988	9987	9987	9986	9986	9986	998
15	9984	9983	9981	9980	9979	9978	9977	9977	9977	997
16	9978	9976	9974	9973	9971	9970	9968	9968	9967	996
17	9971	9969	9967	9965	9963	9962	9959	9959	9957	995
18	9964	9962	9960	9957	9955	9953	9950	9949	9947	994
19	9957	9955	9952	9949	9947	9944	9941	9939	9937	993
20	9950	9947	9944	9941	9938	9935	9932	9929	9927	992
+ 21	9943	9940	9936	9933	9930	9926	9923	9920	9917	991
22	9936	9933	9928	9925	9922	9917	9914	9910	9897	990
23	9929	9925	9920	9917	9913	9908	9904	9900	9907	989
24	9922	9917	9912	9908	9904	9899	9894	9890	9887	988
25	9914	9909	9004	9899	9895	9890	9884	9880	9876	987
26	9906	9901	9896	9891	9886	9881	9875	9870	9866	986
27	9898	9893	9888	9883	9877	9872	9865	9860	9856	985
28	9890	9885	9880	9874	9868	9863	9855	9850	9845	983
29	9883	9877	9871	9865	9859	9853	9845	9840	9834	982
+ 30	9875	9868	9862	9856	9850	9843	9835	9829	9823	981

Tabelle zur Bestimmung des wahren Volumens weingeistiger Flüssigkeiten aus dem scheinbaren Volumen bei verschiedenen Wärme-Graden.

Wärme-Grade R.	55—57	58—60	61—64	65—69	70—74	75—79	80—84	85—89	90—94	95—100
	Reduktionsfaktoren für obige Weingeiststärken.									
— 15	1,0261	1,0267	1,0273	1,0280	1,0290	1,0299	1,0306	1,0314	1,0324	1,0335
14	0252	0258	0264	0271	0280	0289	0296	0304	0313	0324
13	0243	0249	0255	0262	0270	0279	0286	0293	0302	0313
12	0234	0240	0246	0252	0260	0269	0275	0282	0231	0301
11	0225	0231	0236	0242	0250	0258	0264	0271	0281	0289
— 10	0216	0221	0226	0282	0240	0247	0253	0260	0268	0277
9	0207	0212	0217	0223	0230	0237	0243	0245	0257	0266
8	0198	0203	0207	0213	0220	0227	0233	0238	0246	0254
7	0189	0193	0197	0203	0210	0217	0222	0227	0235	0242
6	0180	0183	0187	0193	0200	0206	0211	0216	0223	0230
5	0170	0173	0177	0183	0189	0195	0200	0205	0211	0218
4	0161	0164	0168	0173	0179	0185	0190	0194	0200	0206
3	0152	0155	0158	0163	0169	0175	0179	0183	0189	0194
2	0143	0146	0148	0153	0159	0164	0168	0172	0178	0182
1	0133	0136	0138	0143	0148	0153	0157	0161	0166	0170
0	0123	0126	0128	0132	0138	0142	0146	0150	0154	0158
+ 1	0114	0117	0118	0122	0127	0131	0135	0139	0142	0146
2	0105	0107	0108	0112	0116	0120	0124	0128	0130	0134
3	0095	0097	0098	0102	0105	0109	0113	0116	0118	0122
4	0085	0087	0088	0091	0094	0098	0101	0104	0106	0109
5	0075	0077	0078	0080	0083	0081	0089	0092	0094	0096
6	0066	0067	0068	0070	0072	0075	0078	0080	0082	0084
7	0056	0057	0058	0060	0061	0064	0066	0068	0070	0072
8	0046	0047	0048	0050	0050	0053	0054	0056	0058	0059
9	0036	0037	0038	0039	0039	0041	0042	0044	0045	0046
10	0026	0027	0027	0028	0028	0029	0030	0031	0032	0033
+ 11	0015	0016	0016	0017	0017	0017	0018	0019	0019	0020
12	0005	0005	0005	0005	0006	0006	0006	0006	0006	0006
13	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9993	0,9993
14	9985	9985	9984	9984	9983	9983	9983	9982	9081	9980
15	9975	9975	9974	9973	9972	9971	9970	9969	9968	9967
16	9965	9965	9963	9962	9961	9960	9958	9957	9955	9954
17	9955	9955	9952	9951	9950	9949	9946	9945	9942	9941
18	9945	9944	9941	9940	9939	9937	9934	9932	9929	9928
19	9934	9933	9930	9929	9927	9925	9922	9919	9916	9914
20	9923	9922	9919	9917	9915	9912	9909	9906	9903	9900
+ 21	9912	9911	9908	9906	9903	9901	9897	9893	9890	9887
22	9901	9900	9897	9894	9891	9889	9805	9880	9877	9874
23	9890	9889	9886	9882	9879	9876	9872	9867	9864	9861
24	9879	9877	9874	9870	9866	9863	9859	9854	9851	9847
25	9868	9865	9862	9858	9854	9850	9846	9841	9837	9833
26	9857	9854	9851	9846	9842	9838	9834	9828	9824	9820
27	9846	9843	9840	9834	9830	9826	9821	9815	9711	9807
28	9835	9832	9828	9822	9818	9814	9808	9802	9798	9794
29	9824	9821	9816	9810	9806	9801	9795	9789	9785	9780
+ 30	9812	9809	9804	9798	9793	9788	9782	9776	9771	9766

Der Spiritus zeigt die Temperatur von ... in ° R.	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
	Diesem scheinbaren Percentgehalte entspricht als wirklicher:									
— 20	99,1	99,9								
19	98,8	99,6								
18	98,6	99,4								
17	98,4	99,2	100,0							
16	98,2	99,0	99,8							
15	97,9	98,8	99,6							
14	97,7	98,5	99,4							
13	97,5	98,3	99,1	100,0						
12	97,3	98,1	98,9	99,7						
11	97,0	97,9	98,7	99,5						
10	96,8	97,7	98,5	99,3						
9	96,6	97,4	98,3	99,1	99,9					
8	96,4	97,2	98,0	98,9	99,7					
7	96,1	97,0	97,8	98,7	99,5					
6	95,9	96,8	97,6	98,4	99,3					
5	95,7	96,5	97,4	98,2	99,1	99,9				
4	95,5	96,3	97,2	98,0	98,9	99,7				
3	95,3	96,1	97,0	97,8	98,7	99,5				
2	95,1	95,9	96,8	97,6	98,5	99,3				
1	94,8	95,7	96,5	97,4	98,2	99,1	99,9			
0	94,6	95,5	96,4	97,2	98,1	99,0	99,8			
+ 1	94,3	95,2	96,1	97,0	97,9	98,7	99,6			
2	94,1	95,0	95,9	96,8	97,6	98,5	99,4			
3	93,8	94,7	95,6	96,5	97,4	98,3	99,2			
4	93,5	94,4	95,4	96,3	97,2	98,1	99,0	99,9		
5	93,2	94,2	95,1	96,0	96,9	97,8	98,8	99,7		
6	92,9	93,9	94,8	95,8	96,7	97,6	98,5	99,5		
7	92,6	93,6	94,6	95,5	96,4	97,4	98,3	99,2		
8	92,3	93,3	94,3	95,3	96,2	97,1	98,1	99,0	99,9	
9	92,1	93,0	94,0	95,0	95,9	96,9	97,8	98,8	99,7	
10	91,7	92,7	93,7	94,7	95,7	96,6	97,6	98,6	99,5	
11	91,4	92,4	93,4	94,4	95,4	96,4	97,4	98,3	99,3	
12	91,1	92,1	93,1	94,1	95,1	96,1	97,1	98,1	99,1	
13	90,8	91,8	92,8	93,8	94,8	95,8	96,9	97,9	98,9	99,9
14	90,5	91,5	92,5	93,5	94,5	95,5	96,6	97,6	98,7	99,7
15	90,2	91,2	92,2	93,2	94,2	95,2	96,3	97,4	98,4	99,5
16	89,9	90,9	91,9	92,9	93,9	94,9	96,0	97,1	98,2	99,3
17	89,6	90,6	91,6	92,6	93,6	94,7	95,7	96,8	97,9	99,0
18	89,3	90,3	91,3	92,3	93,4	94,4	92,4	96,6	97,7	98,8
19	89,0	90,0	91,1	92,1	93,1	94,1	95,1	96,3	97,4	98,6
20	88,6	89,7	90,8	91,8	92,8	93,9	94,9	96,0	97,2	98,3
21	88,3	89,4	90,4	91,5	92,5	93,6	94,7	95,8	96,9	98,1
22	88,0	89,0	90,1	91,2	92,2	93,3	94,4	95,5	96,7	97,7
23	87,6	88,7	89,9	90,8	91,9	93,0	94,1	95,2	96,4	97,6
24	87,2	88,3	89,3	90,4	91,5	92,7	93,8	94,9	96,1	97,3
25	86,9	87,9	89,0	90,1	91,3	92,4	93,5	94,6	95,8	97,1
26	86,5	87,6	88,7	89,8	90,9	92,1	93,2	94,4	95,6	96,8
27	86,1	87,2	88,4	89,5	90,6	91,7	92,9	94,0	95,2	96,3
28	85,8	86,9	88,0	89,1	90,3	91,4	92,6	93,7	94,9	96,0
29	85,4	86,5	87,7	88,8	89,9	91,1	92,2	93,4	94,6	95,7
+ 30	85,0	86,2	87,3	88,5	89,6	90,8	91,9	93,1	94,3	95,4

Tabelle XI.

Ueber die beim Mischen weingeistiger Flüssigkeiten mit Wasser stattfindende Zusammenziehung oder Ausdehnung nach Brix.

Mischung.	100 %	90 %	80 %	70 %	60 %	50 %	40 %	30 %	20 %	10 %	
5	+ 6,14	+ 3,65	+ 2,09	+ 0,92	+ 0,18	− 0,63	− 0,95	− 0,87	− 0,48	− 0,10	
10	7,14	4,55	2,89	1,62	0,68	0,12	0,55	0,57	0,28	+ 1,21	95
15	7,94	5,27	3,53	2,18	1,10	+ 0,27	0,23	0,33	− 0,12	2,08	90
20	8,54	5,81	4,01	2,60	1,46	0,57	+ 0,01	0,15	+ 0,69	2,85	85
25	8,90	6,06	4,30	2,85	1,67	0,75	0,15	− 0,03	1,30	3,53	80
30	9,04	6,26	4,41	2,95	1,76	0,82	0,21	+ 0,52	1,89	4,18	75
35	8,88	6,12	4,28	2,84	1,67	0,74	+ 0,15	1,04	2,47	4,86	70
40	8,51	5,79	3,99	2,58	1,44	0,56	+ 0,46	1,56	3,06	5,48	65
45	7,98	5,31	3,56	2,21	1,13	+ 0,29	0,90	2,06	3,62	6,11	60
50	+ 7,40	+ 4,78	+ 3,10	+ 1,80	+ 0,78	+ 0,39	+ 1,35	+ 2,58	+ 4,21	+ 6,76	55
				Fortsetzung		60 %	70 %	80 %	90 %	100 %	Mischung.

Tabelle XII zur Bestimmung der erforderlichen Wassermenge, um daraus eine schwächere Wein

Mischung.	100 %	99 %	98 %	97 %	96 %	95 %	94 %	93 %	92 %	91 %
26	293,5	289,3	285,1	281,0	276,8	272,7	268,6	264,5	260,4	256,4
27	279,4	275,3	271,2	267,2	263,2	259,2	255,3	251,3	247,4	244,5
28	266,2	262,2	258,3	254,4	250,5	246,7	242,9	239,0	235,2	231,4
29	253,8	250,0	246,2	242,5	238,7	235,0	231,3	227,6	223,9	220,2
30	242,4	238,7	235,0	231,3	227,7	224,1	220,5	216,9	213,4	209,8
31	231,6	228,0	224,4	220,9	217,4	213,9	210,4	206,9	203,5	200,0
32	221,5	218,0	214,5	211,1	207,7	204,3	200,9	197,5	194,2	190,8
33	212,0	208,6	205,2	201,9	198,5	195,2	192,0	188,7	185,4	182,2
34	203,0	199,7	196,4	193,2	189,9	186,7	183,5	180,4	177,2	174,0
35	194,6	191,4	188,2	185,0	181,8	178,7	175,6	172,5	169,4	166,3
36	186,6	183,5	180,3	177,3	174,2	171,1	168,1	165,1	162,1	159,1
37	179,1	176,0	172,9	169,9	166,9	163,9	161,0	158,0	155,1	152,2
38	171,9	168,9	165,9	162,9	160,0	157,1	154,2	151,4	148,5	145,6
39	165,0	162,1	159,2	156,3	153,5	150,6	147,8	145,0	142,2	139,4
40	158,5	155,6	152,8	150,0	147,2	144,4	141,7	139,0	136,2	133,5
41	152,3	149,5	146,7	144,0	141,3	138,5	135,9	133,2	130,5	127,9
42	146,4	143,7	141,0	138,3	135,6	132,9	130,3	127,7	125,1	122,5
43	140,8	138,1	135,4	132,8	130,2	127,6	125,0	122,4	119,9	117,3
44	135,4	132,7	130,1	127,5	125,0	122,4	119,9	117,4	114,9	112,4
45	130,2	127,6	125,1	122,5	120,0	117,5	115,1	112,6	110,2	107,7
46	125,3	122,7	120,2	117,7	115,3	112,8	110,4	108,8	105,6	103,2
47	120,5	118,0	115,6	113,1	110,7	108,3	106,0	103,6	101,3	98,9
48	116,0	113,6	111,1	108,7	106,4	104,0	101,7	99,4	97,1	94,8
49	111,6	109,2	106,8	104,5	102,2	99,9	97,6	95,3	93,1	90,8
50	107,4	105,0	102,7	100,4	98,1	95,9	93,6	91,4	89,2	87,0
51	103,3	101,0	98,7	96,5	94,2	92,0	89,8	87,6	85,5	83,3
52	99,4	97,2	94,9	92,7	90,5	88,3	86,2	84,0	81,9	79,7
53	95,7	93,4	91,2	89,1	86,9	84,8	82,6	80,5	78,4	76,3
54	92,1	89,9	87,7	85,6	83,4	81,3	79,2	77,2	75,1	73,0
55	88,6	86,4	84,3	82,8	80,1	78,0	76,0	73,9	71,9	69,9
56	85,2	83,1	81,0	78,9	76,8	74,8	72,8	70,8	68,8	66,8
57	81,9	79,8	77,8	75,7	73,7	71,7	69,7	67,7	65,8	63,8
58	78,8	76,7	74,7	72,7	70,7	68,7	66,7	64,8	62,9	60,9
59	75,7	73,7	71,7	69,7	67,7	65,8	63,9	62,0	60,1	58,2
60	72,8	70,8	68,8	66,8	64,9	63,0	61,1	59,2	57,3	55,5
61	69,9	67,9	66,0	64,1	62,2	60,3	58,4	56,6	54,7	52,9
62	67,2	65,2	63,3	61,4	59,5	57,6	55,8	54,0	52,2	50,4
63	64,5	62,5	60,6	58,8	56,9	55,1	53,3	51,5	49,7	47,9
64	61,9	59,9	58,1	56,2	54,4	52,6	50,8	49,0	47,3	45,5
65	59,3	57,4	55,6	53,8	52,0	50,2	48,4	46,7	45,0	43,2
66	56,9	55,0	53,2	51,4	49,6	47,9	46,1	44,4	42,7	41,0
67	54,5	52,6	50,8	49,1	47,3	45,6	43,9	42,2	40,5	38,8
68	52,1	50,3	48,6	46,8	45,1	43,4	41,7	40,0	38,4	36,7
69	49,9	48,1	46,4	44,6	42,9	41,2	39,6	37,9	36,3	34,6
70	47,7	45,9	44,2	42,5	40,8	39,1	37,5	35,9	34,3	32,6
71	45,5	43,8	42,1	40,4	38,7	37,1	35,5	33,9	32,3	30,7
72	43,5	41,7	40,1	38,4	36,7	35,1	33,5	32,0	30,4	28,8
73	41,4	39,7	38,1	36,4	34,8	33,2	31,6	30,1	28,5	26,9
74	39,5	37,8	36,1	34,5	32,9	31,3	29,8	28,2	26,7	25,1
75	37,5	35,8	34,2	32,6	31,0	29,5	27,9	26,4	24,9	23,4

die man auf 100 Liter eines starken Weingeistes zusetzen muß, geistsorte zu bereiten (nach Brix).

Mischung.	90 %	89 %	88 %	87 %	86 %	85 %	84 %	83 %	82 %	81 %
26	252,3	248,2	244,2	238,1	236,1	232,1	228,1	224,0	220,0	216,0
27	239,6	235,6	231,7	227,8	223,9	220,0	216,1	212,3	208,4	204,5
28	227,7	223,9	220,1	216,3	212,6	208,8	205,1	201,3	197,6	193,8
29	216,6	212,9	209,3	205,6	202,0	198,4	194,7	191,1	187,5	183,9
30	206,3	202,7	199,2	195,6	192,1	188,6	185,1	181,6	178,1	174,6
31	196,6	193,1	189,7	186,3	182,9	179,4	176,0	172,6	169,2	165,8
32	187,5	184,1	180,8	177,5	174,2	170,9	167,6	164,3	161,0	157,7
33	178,9	175,7	172,4	169,2	166,0	162,8	159,6	156,4	153,2	150,0
34	170,9	167,7	164,6	161,4	158,3	155,2	152,0	148,9	145,8	142,7
35	163,3	160,2	157,1	154,1	151,0	148,0	144,9	141,9	138,9	135,9
36	156,1	153,1	150,1	147,1	144,2	141,2	138,2	135,3	132,4	129,4
37	149,3	146,3	143,4	140,5	137,7	134,8	131,9	129,0	126,1	123,3
38	142,8	139,9	137,1	134,3	131,5	128,7	125,8	123,0	120,3	117,5
39	136,6	133,9	131,1	128,3	125,6	122,9	120,1	117,4	114,7	111,9
40	130,8	128,1	125,4	122,7	120,0	117,3	114,6	112,0	109,3	106,7
41	125,2	122,6	119,9	117,3	114,7	112,1	109,4	106,8	104,2	101,6
42	119,9	117,3	114,7	112,2	109,6	107,0	104,5	101,9	99,4	96,9
43	114,8	112,3	109,8	107,2	104,7	102,2	99,7	97,2	94,8	92,3
44	109,9	107,5	105,0	102,5	100,1	97,6	95,2	92,8	90,3	87,9
45	105,3	102,9	100,5	98,0	95,7	93,3	90,9	88,5	86,1	83,7
46	100,9	98,5	96,1	93,7	91,4	89,1	86,7	84,4	82,0	79,7
47	96,6	94,3	91,9	89,6	87,3	85,0	82,7	80,4	78,2	75,9
48	92,5	90,2	87,9	85,7	83,4	81,2	78,9	76,7	74,4	72,2
49	88,6	86,3	84,1	81,9	79,7	77,4	75,2	73,0	70,8	68,6
50	84,8	82,6	80,4	78,2	76,0	73,9	71,7	69,5	67,4	65,2
51	81,1	79,0	76,8	74,7	72,6	70,4	68,3	66,2	64,1	62,0
52	77,6	75,5	73,4	71,3	69,2	67,1	65,0	62,9	60,9	58,8
53	74,2	72,2	70,1	68,0	66,0	63,9	61,9	59,8	57,8	55,8
54	71,0	68,9	66,9	64,9	62,9	60,9	58,8	56,8	54,8	52,8
55	67,8	65,8	63,8	61,8	59,9	57,9	55,9	53,9	52,0	50,0
56	64,8	62,8	60,9	58,9	56,9	55,0	53,1	51,1	49,2	47,3
57	61,9	59,9	58,0	56,1	54,1	52,2	50,3	48,4	46,5	44,6
58	59,0	57,1	55,2	53,3	51,4	49,5	47,7	45,8	43,9	42,1
59	56,3	54,4	52,5	50,7	48,8	47,0	45,1	43,3	41,4	39,6
60	53,6	51,8	49,9	48,1	46,3	44,4	42,6	40,8	39,0	37,2
61	51,0	49,2	47,4	45,6	43,8	42,0	40,2	38,4	36,7	34,9
62	48,6	46,8	45,0	43,2	41,4	39,7	37,9	36,1	34,4	32,6
63	46,1	44,4	42,6	40,8	39,1	37,4	35,6	33,9	32,2	30,5
64	43,8	42,0	40,3	38,6	36,9	35,2	33,4	31,7	30,0	28,4
65	41,5	39,8	38,1	36,4	34,7	33,0	31,3	29,6	28,0	26,3
66	39,3	37,6	35,9	34,2	32,6	30,9	29,2	27,6	26,0	24,3
67	37,1	35,5	33,8	32,2	30,5	28,9	27,2	25,6	24,0	22,4
68	35,0	33,4	31,8	30,1	28,5	26,9	25,3	23,7	22,1	20,5
69	33,0	31,4	29,8	28,2	26,6	25,0	23,4	21,8	20,2	18,7
70	31,0	29,4	27,8	26,2	24,7	23,1	21,5	20,0	18,4	16,9
71	29,1	27,5	26,0	24,4	22,8	21,3	19,7	18,2	16,7	15,1
72	27,2	25,7	24,1	22,6	21,1	19,5	18,0	16,5	15,0	13,5
73	25,4	23,9	22,3	20,8	19,3	17,8	16,3	14,8	13,3	11,8
74	23,6	22,1	20,6	19,1	17,6	16,1	14,6	13,1	11,7	10,2
75	21,9	20,4	18,9	17,4	15,9	14,5	13,0	11,5	10,1	8,6

Mischung weingeistiger Flüssigkeiten mit Wasser.

Mischung.	80 %	79 %	78 %	77 %	76 %	75 %	74 %	73 %	72 %	71 %
26	212,0	208,0	204,0	200,0	196,0	192,0	188,0	184,0	180,1	176,1
27	200,7	196,8	192,9	189,1	185,2	181,4	177,5	173,7	169,8	166,0
28	190,1	186,4	182,6	178,9	175,2	171,5	167,8	164,0	160,3	156,6
29	180,3	176,7	173,1	169,4	165,8	162,3	158,7	155,1	151,5	147,9
30	171,1	167,6	164,1	160,6	157,1	153,6	150,2	146,7	143,2	139,7
31	162,5	159,1	155,7	152,3	148,9	145,6	142,2	138,8	135,5	132,1
32	154,4	151,1	147,8	144,5	141,3	138,0	134,7	131,5	128,2	124,9
33	146,8	143,6	140,4	137,2	134,0	130,9	127,7	124,5	121,3	118,2
34	139,6	136,5	133,4	130,3	127,2	124,1	121,1	118,0	114,9	111,8
35	132,8	129,9	126,8	123,8	120,8	117,8	114,8	111,8	108,8	105,8
36	126,5	123,6	120,6	117,7	114,8	111,8	108,9	106,0	103,1	100,2
37	120,4	117,6	114,7	111,9	109,0	106,2	103,3	100,5	97,6	94,8
38	114,7	111,9	109,1	106,3	103,5	100,8	98,0	95,2	92,4	89,7
39	109,2	106,5	103,8	101,1	98,3	95.6	92,9	90,2	87,5	84,8
40	104,0	101,4	98,7	96,0	93,4	90,8	88,1	85,5	82,8	80,2
41	99,0	96,5	93,9	91,3	88,7	86,1	83,5	81,0	78,4	75,8
42	94,3	91,8	89,3	86,7	84,2	81,7	79,2	76,6	74,1	71,6
43	89,8	87,3	84,8	82,4	79,9	77,4	75,0	72,5	70,1	67,6
44	85,5	83,1	80,6	78,2	75,8	73,4	71,0	68,6	66,2	63,8
45	81,3	79,0	76,6	74,2	71,9	69,5	67,2	64,8	62,5	60,1
46	77,4	75,1	72,8	70,4	68,1	65,8	63,5	61,2	58,9	56,6
47	73,6	71,3	69,1	66,8	64,5	62,3	60,0	57,7	55,5	53,2
48	70,0	67,8	65,5	63,3	61,1	58,9	56,6	54,4	52,2	50,0
49	66,5	64,3	62,1	59,9	57,7	55,6	53,4	51,2	49,1	46,9
50	63,1	61,0	58,8	56,7	54,5	52,4	50,3	48,2	46,0	43,9
51	59,8	57,8	55,7	53,6	51,5	49,4	47,3	45,2	43,1	41,0
52	56,7	54,7	52,6	50,6	48,5	46,4	44,4	42,3	40,3	38,3
53	53,7	51,7	49,7	47,7	45,6	43,6	41,6	39,6	37,6	35.6
54	50,8	48,9	46,9	44,9	42,9	40,9	38,9	37,0	35,0	33,0
55	48,0	46,1	44,1	42,2	40,2	38,3	36,4	34,4	32,5	30,6
56	45,3	43,4	41,5	39,6	37,7	35,8	33,9	32,0	30,1	28,2
57	42,7	40,9	39,0	37,1	35,2	33,3	31,4	29,6	27,7	25,8
58	40.2	38,4	36,5	34,6	32,8	31,0	29,1	27,3	25,4	23,6
59	37,8	36,0	34,1	32,3	30,5	28,7	26,8	25,0	23,2	21,4
60	35,4	33,6	31,8	30,0	28,2	26,4	24,7	22,9	21,1	19,3
61	33,1	31,4	29,6	27,8	26,1	24,3	22,5	20,8	19,1	17,4
62	30,9	29,2	27,4	25,7	24,0	22,2	20,5	18,8	17,1	15,3
63	28,7	27,1	25,3	23,6	21,9	20,2	18,5	16,8	15,1	13,4
64	26.7	25,0	23,3	21,6	19,9	18,3	16,6	14,9	13,2	11,6
65	24,6	23,0	21,3	19,7	18,0	16,4	14,7	13,1	11,4	9,8
66	22,7	21,0	19,4	17,8	16,1	14,5	12,9	11,3	9,6	8,0
67	20,8	19,2	17,5	15,9	14,3	12,7	11,1	9,5	7,9	6,3
68	18,9	17,3	15,7	14,1	12,5	11,0	9,4	7,8	6,3	4,7
69	17,1	15,5	14,0	12,4	10,8	9,3	7,7	6,2	4,6	3,1
70	15,3	13,8	12,2	10,7	9,2	7,6	6,1	4,6	3,0	1,5
71	13,6	12,1	10,6	9,0	7,5	6,0	4,5	3,0	1,5	
72	11,9	10,5	8,9	7,4	6,0	4,5	3,0	1,5	1,4	79
73	10,3	8,9	7,4	5,9	4,4	2,9	1,5	1,4	2,8	78
74	8,7	7,3	5,8	4,4	2,9	1,5	1,4	2,8	4,2	77
75	7,2	5,8	4,3	2,9	1,4	1,4	2,8	4,3	5,7	76
				Fortsetzung		77 %	78 %	79 %	80 %	Mischung.

Mischung weingeistiger Flüssigkeiten mit Wasser.

Mischung.	70 %	69 %	68 %	67 %	66 %	65 %	64 %	63 %	62 %	61 %
26	172,1	168,1	164,2	160,2	156,2	152,2	148,3	144,3	140,4	136,4
27	162,2	158,3	154,5	150,7	146,8	143,0	139,2	135,4	131,6	127,8
28	152,9	149,2	145,5	141,8	138,1	134,4	130,8	127,1	123,4	119,7
29	144,3	140,7	137,2	133,6	130,0	126,4	122,9	119,3	115,8	112,2
30	136,3	132,8	129,4	125,9	122,4	119,0	115,5	112,1	108,6	103,2
31	128,7	125,4	122,0	118,7	115,3	112,1	108,6	105,3	102,0	98,6
32	121,7	118,4	115,2	111,9	108,7	105,4	102,2	98,9	95,7	92,5
33	115,0	111,8	108,7	105,5	102,4	99,2	96,1	92,9	89,8	86,7
34	108,8	105,7	102,6	99,5	96,5	93,4	90,4	87,3	84,3	81,2
35	102,8	99,8	96,9	93,9	90,9	87,9	85,0	82,0	79,0	76,0
36	97,3	94,3	91,4	88,5	85,6	82,7	79,9	77,0	74,1	71,1
37	92,0	89,1	86,3	83,5	80,6	77,8	75,0	72,2	69,4	66,6
38	86,9	84,2	81,4	78,7	75,9	73,2	70,4	67,7	64,9	62,2
39	82,1	79,4	76,8	74,1	71,4	68,7	66,0	63,4	60,7	58,0
40	77,6	75,0	72,3	69,7	67,1	64,5	61,9	59,3	56,6	54,0
41	73,2	70,7	68,1	65,6	63,0	60,5	57,9	55,4	52,8	50,3
42	69,1	66,6	64,1	61,6	59,1	56,6	54,1	51,6	49,1	46,7
43	65,2	62,6	60,3	57,8	55,4	52,9	50,5	48,1	45,6	43,2
44	61,4	59,0	56,6	54,2	51,8	49,4	47,0	44,7	42,3	39,9
45	57,8	55,4	53,1	50,7	48,4	46,1	43,8	41,4	39,1	36,8
46	54,3	52,0	49,7	47,4	45,1	42,9	40,6	38,3	36,0	33,8
47	51,0	48,7	46,5	44,3	42,0	39,8	37,6	35,3	33,1	30,9
48	47,8	45,6	43,4	41,2	39,0	36,8	34,6	32,5	30,3	28,1
49	44,7	42,6	40,4	38,3	36,1	34,0	31,8	29,7	27,6	25,4
50	41,8	39,7	37,6	35,5	33,4	31,3	29,2	27,1	25,0	22,9
51	39,0	36,9	34,8	32,7	30,7	28,6	26,6	24,5	22,4	20,4
52	36,2	34,2	32,2	30,1	28,1	26,1	24,1	22,0	20,0	18,0
53	33,6	31,6	29,6	27,6	25,6	23,6	21,7	19,7	17,7	15,7
54	31,1	29,1	27,2	25,2	23,2	21,3	19,3	17,4	15,5	13,5
55	28,6	26,7	24,8	22,9	20,9	19,0	17,1	15,2	13,3	11,4
56	26,3	24,4	22,5	20,6	18,7	16,8	14,9	13,1	11,1	9,3
57	24,0	22,1	20,3	18,4	16,6	14,7	12,9	11,0	9,2	7,3
58	21,8	19,9	18,1	16,3	14,5	12,6	10,8	9,0	7,2	5,4
59	19,6	17,8	16,0	14,2	12,5	10,7	8,9	7,1	5,3	3,5
60	17,6	15,8	14,0	12,3	10,5	8,7	7,0	5,2	3,5	1,7
61	15,6	13,8	12,1	10,4	8,6	6,9	5,2	3,4	1,7	
62	13,6	11,9	10,2	8,5	6,8	5,1	3,4	1,7		89
63	11,7	10,1	8,4	6,7	5,0	3,3	1,7		1,3	88
64	9,9	8,3	6,6	4,9	3,3	1,6		1,3	2,6	87
65	8,1	6,5	4,9	3,2	1,6		1,3	2,6	3,9	86
66	6,4	4,8	3,2	1,6		1,3	2,6	3,9	5,2	85
67	4,8	3,2	1,6		1,3	2,6	3,9	5,3	6,6	84
68	3,1	1,6		1,3	2,7	4,0	5,3	6,7	8,0	83
69	1,5		1,3	2,7	4,0	5,4	6,5	8,1	9,4	82
		1,3	2,7	4,0	5,4	6,8	8,1	9,5	10,9	12,3	81
1,4	2,7	4,1	5,5	6,8	8,2	9,6	11,0	12,4	13,8	80
2,7	4,1	5,5	6,9	8,3	9,7	11,1	12,5	13,9	15,3	79
4,2	5,6	7,0	8,4	9,8	11,2	12,6	14,0	15,5	16,9	78
5,6	7,0	8,4	9,9	11,3	12,7	14,2	15,6	17,1	18,5	77
7,1	8,5	10,0	11,4	12,9	14,3	15,8	17,2	18,7	20,2	76
81 %	82 %	83 %	84 %	85 %	86 %	87 %	88 %	89 %	90 %	Mischung.

Mischung weingeistiger Flüssigkeiten mit Wasser.

Mischung.	60 %	59 %	58 %	57 %	56 %	55 %	54 %	53 %	52 %	51 %
26	132,5	128,5	124,6	120,6	116,7	112,7	108,8	104,9	100,9	97,0
27	123,9	120,1	116,3	112,5	108,7	104,9	101,1	97,3	93,6	89,8
28	116,0	112,3	108,7	105,0	101,3	97,7	94,0	90,3	86,7	83,0
29	108,6	105,1	101,5	98,0	94,4	90,9	87,4	83,8	80,3	76,8
30	101,8	98,3	94,9	91,4	88,0	84,6	81,2	77,7	74,3	70,9
31	95,3	92,0	88,6	85,3	82,0	78,7	75,3	72.0	68,7	65,4
32	89,2	86,0	82,8	79,6	76,3	73,1	69,9	66,7	63,5	60,3
33	83,5	80,4	77,3	74,1	71,0	67,9	64,8	61,6	58,5	55,4
34	78,2	75,1	72,1	69,0	66,0	63,0	59,9	56,9	53,9	50,8
35	73,1	70,1	67,2	64,2	61,3	58,3	55,4	52,4	49,5	46,5
36	68,3	65,4	62,5	59,7	56,8	53,9	51,1	48,2	45,3	42,5
37	63,8	61,0	58,2	55,4	52,6	49,8	47,0	44,2	41,4	38,6
38	59,5	56,7	54,0	51,3	48,5	45,8	43,1	40,4	37,7	34,9
39	55,4	52,7	50,0	47,4	44,7	42,0	39,4	36,8	34,1	31,5
40	51,5	48,8	46,2	43,7	41,1	38,5	35,9	33,3	30,7	28,1
41	47,7	45,2	42,7	40,1	37,6	35,1	32,5	30,0	27,5	25,0
42	44,2	41,7	39,2	36,8	34,3	31,8	29,3	26,9	24,4	22,0
43	40,8	38,4	36,0	33,5	31,1	28,7	26,3	23,9	21,5	19,1
44	37,6	35,2	32,8	30,4	28,1	25,7	23,4	21,0	18,7	16,3
45	34,5	32,1	29,8	27,5	25,2	22,9	20,6	18,3	16,0	13,7
46	31,5	29,2	27,0	24,7	22,4	20,2	17,9	15,7	13,4	11,2
47	28,7	26,4	24,2	22,0	19,8	17,6	15,4	13,2	11,0	8,8
48	25,9	23,7	21,6	19,4	17,2	15,1	12,9	10,8	8,6	6,4
49	23,3	21,2	19,0	16,9	14,8	12,7	10,5	8,4	6,3	4,2
50	20,8	18,7	16,6	14,5	12,4	10,4	8,3	6,2	4,1	2,1

51	18,3	16,3	14,2	12,2	10,2	8,1	6,1	4,1	2,0	
52	16,0	14,0	12,0	10,0	8,0	6,0	4,0	2,0	1,3	99
53	13,8	11,8	9,8	7,8	5,9	3,9	1,9	1,3	2,6	98
54	11,6	9,6	7,7	5,8	3,9	1,9	1,3	2,6	3,9	97
55	9,5	7,6	5,7	3,8	1,9	1,3	2,5	3,8	5,2	96
56	7,5	5,6	3,7	1,9	1,2	2,5	3,8	5,1	6,5	95
57	5,5	3,7	1,8	1,2	2,5	3,8	5,1	6,4	7,8	94
58	3,6	1,8	1,3	2,5	3,8	5,1	6,4	7,7	9,1	93
59	1,8	1,2	2,5	3,8	5,1	6,4	7,7	9,1	10,5	92
	1,3	2,5	3,8	5,1	6,4	7,7	9,0	10,4	11,8	91
1,3	2,5	3,8	5,1	6,4	7,7	9,0	10,4	11,8	13,2	90
2,5	3,8	5,1	6,4	7,7	9,0	10,4	11,8	13,2	14,6	89
3,8	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,8	13,2	14,7	16,1	88
5,2	6,5	7,8	9,1	10,5	11,8	13,2	14,6	16,0	17,5	87
6,5	7,8	9,1	10,5	11,9	13,2	14,6	16,1	17,5	19,0	86
7,9	9,2	10,6	11,9	13,3	14,7	16,1	17,5	19,0	20,5	85
9,3	10,7	12,0	13,4	14,8	16,2	17,6	19,1	20,5	22,0	84
10,7	12,1	13,5	14,9	16,3	17,2	19,1	20,6	22,1	23,6	83
12,2	13,6	15,0	16,4	17,8	19,2	20,7	22,2	23,7	25,2	82
13,7	15,1	16,5	17,9	19,4	20,8	22,3	23,8	25,3	26,8	81
15,2	16,6	18,1	19,5	20,9	22,4	23,9	25,4	27,0	28,5	80
16,7	18,2	19,6	21,1	22,6	24,0	25,6	27,1	28,6	30,2	79
18,4	19,8	21,3	22,8	24,2	25,7	27,3	28,8	30,4	32,0	78
20,0	21,5	23,0	24,4	25,9	27,5	29,0	30,6	32,2	33,8	77
21,7	23,2	24,7	26,2	27,7	29,2	30,8	32,4	34,0	35,6	76
91 %	92 %	93 %	94 %	95 %	96 %	97 %	98 %	99 %	100 %	Miſchung.

Tabelle XIII.

zur Bestimmung des wahren Volumens weingeistiger Flüssigkeiten aus dem scheinbaren Volumen bei verschiedenen Wärme-Graden (nach Brix).

Wärme-Grade R.	30—31	32—33	34—35	36—37	38—39	40—42	43—45	46—48	49—51	52—54
	Reduktionsfaktoren für obige Weingeiststärken.									
— 15	1,0130	1,0143	1,0155	1,0170	1,0186	1,0204	1,0221	1,0234	1,0246	1,0255
14	0127	0139	0151	0166	0181	0198	0214	0226	0238	0246
13	0124	0135	0147	0161	0176	0192	0207	0218	0230	0237
12	0120	0131	0143	0156	0171	0186	0200	0210	0221	0228
11	0116	0127	0139	0151	0165	0179	0192	0202	0212	0219
— 10	0112	0123	0134	0146	0159	0172	0184	0194	0203	0210
9	0108	0119	0129	0141	0153	0165	0177	0186	0195	0202
8	0104	0115	0124	0135	0147	0158	0177	0178	0187	0193
7	0100	0110	0119	0129	0141	0151	0162	0170	0178	0184
6	0096	0105	0114	0123	0134	0144	0154	0162	0139	0175
5	0092	0100	0108	0117	0127	0137	0146	0154	0160	0166
4	0088	0095	0103	0112	0121	0130	0138	0146	0151	0157
3	0084	0090	0098	0106	0114	0123	0130	0134	0142	0148
2	0079	0085	0093	0100	0107	0116	0122	0129	0133	0139
— 1	0074	0080	0087	0094	0101	0108	0114	0120	0124	0130
0	0069	0075	0081	0088	0094	0100	0106	0111	0115	0120
+ 1	0064	0070	0075	0082	0087	0092	0098	0103	0106	0111
2	0059	0065	0069	0075	0080	0084	0000	0094	0097	0102
3	0054	0059	0063	0068	0073	0076	0081	0085	0088	0093
4	0048	0053	0057	0061	0065	0068	0072	0076	0079	0083
5	0042	0047	0051	0054	0057	0060	0063	0067	0070	0073
6	0037	0041	0045	0047	0050	0052	0055	0058	0061	0064
7	0032	0035	0038	0040	0043	0044	0047	0049	0052	0055
8	0027	0029	0031	0033	0035	0036	0039	0040	0043	0045
9	0021	0023	0024	0026	0027	0028	0030	0031	0034	0035
10	0015	0016	0017	0018	0019	0020	0021	0022	0024	0025
+ 11	0009	0010	0010	0011	0011	0012	0013	0013	0014	0015
12	0003	0003	0003	0003	0004	0004	0004	0004	0005	0005
13	0,9997	0,9997	0,9996	0,9996	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995
14	9991	9990	9989	9988	9987	9987	9986	9986	9986	9986
15	9984	9983	9981	9980	9979	9978	9977	9977	9977	9976
16	9978	9976	9974	9973	9971	9970	9968	9968	9967	9966
17	9971	9969	9967	9965	9963	9962	9959	9959	9957	9956
18	9964	9962	9960	9957	9955	9953	9950	9949	9947	9946
19	9957	9955	9952	9949	9947	9944	9941	9939	9937	9936
20	9950	9947	9944	9941	9938	9935	9932	9929	9927	9925
+ 21	9943	9940	9936	9933	9930	9926	9923	9920	9917	9915
22	9936	9933	9928	9925	9922	9917	9914	9910	9907	9904
23	9929	9925	9920	9917	9913	9908	9904	9900	9907	9893
24	9922	9917	9912	9908	9904	9899	9894	9890	9887	9882
25	9914	9909	9004	9899	9895	9890	9884	9880	9876	9971
26	9906	9901	9896	9891	9886	9881	9875	9870	9866	9861
27	9898	9893	9888	9883	9877	9872	9865	9860	9856	9850
28	9890	9885	9880	9874	9868	9863	9855	9850	9845	9839
29	9883	9877	9871	9865	9859	9853	9845	9840	9834	9828
+ 30	9875	9868	9862	9856	9850	9843	9835	9829	9823	9817

Tabelle zur Bestimmung des wahren Volumens weingeistiger Flüssigkeiten aus dem scheinbaren Volumen bei verschiedenen Wärme-Graden.

Wärme-Grade R.	55—57	58—60	61—64	65—69	70—74	75—79	80—84	85—89	90—94	95—100
	Reduktionsfaktoren für obige Weingeiststärken.									
— 15	1,0261	1,0267	1,0273	1,0280	1,0290	1,0299	1,0306	1,0314	1,0324	1,0335
14	0252	0258	0264	0271	0280	0289	0296	0304	0313	0324
13	0243	0249	0255	0262	0270	0279	0286	0293	0302	0313
12	0234	0240	0246	0252	0260	0269	0275	0282	0231	0301
11	0225	0231	0236	0242	0250	0258	0264	0271	0281	0289
— 10	0216	0221	0226	0282	0240	0247	0253	0260	0268	0277
9	0207	0212	0217	0223	0230	0237	0243	0245	0257	0266
8	0198	0203	0207	0213	0220	0227	0233	0238	0246	0254
7	0189	0193	0197	0203	0210	0217	0222	0227	0235	0242
6	0180	0183	0187	0193	0200	0206	0211	0216	0223	0230
5	0170	0173	0177	0183	0189	0195	0200	0205	0211	0218
4	0161	0164	0168	0173	0179	0185	0190	0194	0200	0206
3	0152	0155	0158	0163	0169	0175	0179	0183	0189	0194
2	0143	0146	0148	0153	0159	0164	0168	0172	0178	0182
1	0133	0136	0138	0143	0148	0153	0157	0161	0166	0170
0	0123	0126	0128	0132	0138	0142	0146	0150	0154	0158
+ 1	0114	0117	0118	0122	0127	0131	0135	0139	0142	0146
2	0105	0107	0108	0112	0116	0120	0124	0128	0130	0134
3	0095	0097	0098	0102	0105	0109	0113	0116	0118	0122
4	0085	0087	0088	0091	0094	0098	0101	0104	0106	0109
5	0075	0077	0078	0080	0083	0081	0089	0092	0094	0096
6	0066	0067	0068	0070	0072	0075	0078	0080	0082	0084
7	0056	0057	0058	0060	0061	0064	0066	0068	0070	0072
8	0046	0047	0048	0050	0050	0053	0054	0056	0058	0059
9	0036	0037	0038	0039	0039	0041	0042	0044	0045	0046
10	0026	0027	0027	0028	0028	0029	0030	0031	0032	0033
+ 11	0015	0016	0016	0017	0017	0017	0018	0019	0019	0020
12	0005	0005	0005	0005	0006	0006	0006	0006	0006	0006
13	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9993	0,9993
14	9985	9985	9984	9984	9983	9983	9983	9982	9081	9980
15	9975	9975	9974	9973	9972	9971	9970	9969	9968	9967
16	9965	9965	9963	9962	9961	9960	9958	9957	9955	9954
17	9955	9955	9952	9951	9950	9949	9946	9945	9942	9941
18	9945	9944	9941	9940	9939	9937	9934	9932	9929	9928
19	9934	9933	9930	9929	9927	9925	9922	9919	9916	9914
20	9923	9922	9919	9917	9915	9912	9909	9906	9903	9900
+ 21	9912	9911	9908	9906	9903	9901	9897	9893	9890	9887
22	9901	9900	9897	9894	9891	9889	9805	9880	9877	9874
23	9890	9889	9886	9882	9879	9876	9872	9867	9864	9861
24	9879	9877	9874	9870	9866	9863	9859	9854	9851	9847
25	9868	9865	9862	9858	9854	9850	9846	9841	9837	9833
26	9857	9854	9851	9846	9842	9838	9834	9828	9824	9820
27	9846	9843	9840	9834	9830	9826	9821	9815	9711	9807
28	9835	9832	9828	9822	9818	9814	9808	9802	9798	9794
29	9824	9821	9816	9810	9806	9801	9795	9789	9785	9780
+ 30	9812	9809	9804	9798	9793	9788	9782	9776	9771	9766

Tabelle XIV.

zur Umwandlung der Spiritusgewichte von verschiedenen wahren Stärken in Literpercente.

Kilo.	Literpercente Alkohol bei wahrer Alkoholstärke von:									
	71 %	72 %	73 %	74 %	75 %	76 %	77 %	78 %	79 %	80 %
1	80,16	81,52	82,89	84,27	85,67	87,07	88,48	89,91	91,35	92,80
2	160,33	163,04	165,78	168,55	171,33	174,13	176,97	179,83	182,70	185,60
3	240,49	244,57	248,67	252,82	257,00	261,20	265,45	269,95	274,05	278,40
4	320,65	326,09	331,56	337,09	342,66	348,26	353,94	359,66	365,40	371,20
5	400,81	407,61	414,45	421,36	428,33	435,33	442,42	449,58	456,75	464,00
6	480,98	489,13	497,93	505,64	513,99	522,40	530,91	539,49	548,10	556,80
7	561,14	570,65	580,22	589,91	599,66	609,46	619,40	629,40	639,45	649,60
8	641,30	652,18	663,11	674,18	685,32	696,53	707,88	719,32	730,80	742,40
9	721,47	733,70	746,00	758,46	770,99	785,59	796,36	809,23	822,15	835,20
10	801,63	815,22	828,89	848,73	856,65	870,68	884,85	899,15	913,50	928,00

Kilo	Literpercente Alkohol bei wahrer Alkoholstärke von:									
	81 %	82 %	83 %	84 %	85 %	96 %	87 %	88 %	89 %	90 %
1	94,26	95,74	97,23	98,73	100,26	101,80	103,35	104,92	106,52	108,15
2	188,53	191,48	194,47	197,47	200,52	203,60	206,70	209,85	213,05	216,29
3	282,79	287,21	291,71	296,20	300,77	305,40	310,05	314,77	319,57	324,44
4	377,05	382,95	388,94	394,94	401,03	407,20	413,40	419,70	426,10	432,58
5	471,31	478,69	486,18	493,67	501,29	509,00	516,75	524,62	532,62	540,73
6	565,58	574,43	583,41	592,40	601,55	610,80	620,10	629,54	639,14	648,88
7	659,84	670,17	680,65	691,14	701,80	712,60	723,45	734,47	745,67	757,02
8	754,10	765,91	777,88	789,87	802,06	814,40	826,80	839,39	852,19	865,17
9	848,37	861,64	875,12	888,60	902,32	916,20	930,15	944,32	958,72	973,31
10	942,63	957,38	972,35	987,34	1002,58	1018,00	1033,50	1049,24	1065,24	1081,46

Kilo	Literpercente Alkohol bei wahrer Alkoholstärke von:									
	91 %	92 %	93 %	94 %	95 %	96 %	97 %	98 %	99 %	100 %
1	109,78	111,45	113,14	114,86	116,61	118,40	120,23	122,12	124,09	126,10
2	219,57	222,90	226,28	229,72	233,22	236,80	240,46	244,24	248,18	252,21
3	329,35	334,35	339,42	344,58	349,84	355,20	360,70	366,36	372,27	378,31
4	439,14	445,80	452,56	459,44	466,45	473,60	480,93	488,48	496,36	504,42
5	548,92	557,25	556,70	574,30	583,06	592,00	601,16	610,60	620,45	630,52
6	658,70	668,70	678,84	689,16	699,68	710,40	721,39	732,72	744,54	756,62
7	768,49	780,15	791,98	804,02	816,29	828,80	841,62	854,84	868,63	882,73
8	878,27	891,60	905,12	918,88	932,90	947,20	961,86	976,96	992,72	1008,83
9	988,06	1003,05	1018,26	1033,74	1049,51	1065,60	1082,09	1099,08	1116,81	1134,94
10	1097,84	1114,50	1131,40	1148,16	1166,12	1184,00	1202,32	1221,20	1240,90	1261,04

Berlin, Druck von W. Büxenstein.

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE STAMPED BELOW

AN INITIAL FINE OF 25 CENTS
WILL BE ASSESSED FOR FAILURE TO RETURN THIS BOOK ON THE DATE DUE. THE PENALTY WILL INCREASE TO 50 CENTS ON THE FOURTH DAY AND TO $1.00 ON THE SEVENTH DAY OVERDUE.

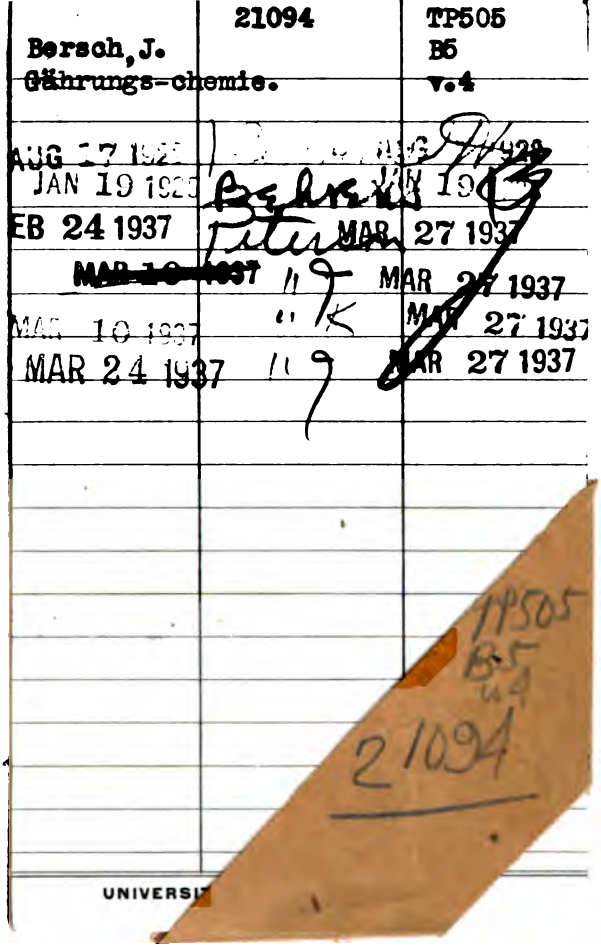
FEB 24 1937

Mar 10,1937

MAR 24 1937

8Jan'57FH

LD 21-100m-8,'34



21094

Bersch, J.
Gährungs-chemie.

TP505
B5
v.4

AUG 27 1928
JAN 19 1929
FEB 24 1937
~~MAR 10 1937~~
MAR 10 1937
MAR 24 1937

JAN 19 1929
MAR 27 1937
MAR 27 1937
MAR 27 1937
MAR 27 1937

TP505
B5
v.4
21094

UNIVERSI